Polsko-Ukraiński

Konkurs Fizyczny

Lwiątko 2012

Zadania z rozwiązaniami

Kraków 2012

Lwiątko ze Lwowa

Jak co roku oddajemy do Państwa rąk broszurę zawierającą zadania z Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego Lwiątko - tym razem z roku 2012.

Przypomnijmy: w 2001 roku, z inicjatywy Lwowskiego Liceum Matematyczno-Fizycznego, powstał na Ukrainie Konkurs LEVENIA – Lwiątko. To samo liceum organizuje na terenie Ukrainy popularnego matematycznego „Kangura”. Zasady „Lwiątka” są takie same, jak w „Kangurze”: 30 testowych zadań na 75 minut. Konkurs organizują szkoły na własnym terenie, na kilku poziomach dostosowanych do wieku i klasy.

Na jesieni 2002 roku lwowscy organizatorzy zaproponowali, by konkurs odbywał się także w Polsce. Podchwycono tę propozycję i w 2003 roku „Lwiątko” miało po raz pierwszy swą polską edycję. Stroną organizacyjną zajęło się Towarzystwo Przyjaciół I Społecznego Liceum Ogólnokształcącego w Warszawie. Patronat nad konkursem objęło Polskie Towarzystwo Fizyczne oraz Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana w Warszawie. Począwszy od roku 2009 organizatorem konkursu jest Stowarzyszenie Absolwentów i Przyjaciół V Liceum Ogólnokształcącego im. Augusta Witkowskiego w Krakowie. Sponsorami nagród książkowych są liczne wydawnictwa. Konkurs cieszy się przyjaźnią znanego czasopisma dla nauczycieli fizyki „Foton”, w którym ma swój stały kącik.

W 2012 roku konkurs odbył się 26 marca. Była to wyjątkowa, bo jubileuszowa - już dziesiąta edycja konkursu. Z przyjemnością informujemy, że Patronat Honorowy nad tą edycją Konkursu objęli: Marszałek Województwa Małopolskiego oraz Małopolski Kurator Oświaty. Tym samym wyróżniono organizowane przez nas przedsięwzięcie jako skuteczną motywację uczniów do zdobywania wiedzy, a także jako sposób uzupełniania programu zajęć szkolnych.

Kolejna edycja konkursu fizycznego Lwiątko już za niecały rok, dokładnie **25 marca 2013 roku**, jak zwykle w poniedziałek! Wszystkie informacje dotyczące konkursu (termin zgłoszeń, formularz zgłoszeniowy, zasady przeprowadzania, zadania z poprzednich edycji) można znaleźć na naszej stronie internetowej www.lwiatko.org. Do zobaczenia w marcu!

Zapraszamy!

Organizatorzy

Klasy 1–2 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

1. „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca. Ile dni może liczyć odstęp między kolejnymi konkursami? Uwaga: od dzisiaj do pojutrza jest odstęp dwóch dni, nie trzech!
A. Może 364 i może 365.
B. 364, ale nie 365.
C. Może 365 i może 366.
D. 365, ale nie 366.
E. 366, ale nie 365.

2. Kiedy cienie ludzi na chodniku są najkrótsze?
A. Rano.
B. W południe.
C. Po południu.
D. Wieczorem.
E. Długość cienia nie zależy od pory dnia.

3. Skupisko skalno-lodowych okruchów mające kształt płaskiego pierścienia krąży wokół
A. Merkurego,
B. Wenus,
C. Marsa,
D. Saturna,
E. Plutona.

4. Szklane butelki z wodą pękają na mrozie, ponieważ
A. co prawda woda kurczy się przy zamarzaniu, ale szkło bardziej,
B. szkło w ujemnych temperaturach jest bardzo kruche,
C. woda rozszerza się przy zamarzaniu,
D. woda przy zamarzaniu intensywnie paruje i para rozrywa butelkę,
E. lód jest cięższy niż woda i szkło pęka pod ciężarem.

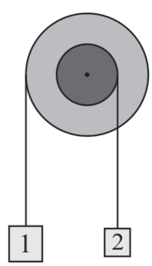
5. Im wyżej, tym ciśnienie powietrza jest mniejsze, a w kosmosie w ogóle jest równe zero. Przyczyną, dla której atmosfera nie ucieka w kosmos, ale „trzyma się” Ziemi, jest
A. ziemskie pole grawitacyjne,
B. ziemskie pole elektryczne,
C. ziemskie pole magnetyczne,
D. wiatr słoneczny.
E. działanie sił przylegania.

6. Grzbiety fal bijących w falochron nadbiegają z prędkością 12 m/s i uderzają co 4 s. Ile równa jest odległość między kolejnymi grzbietami?

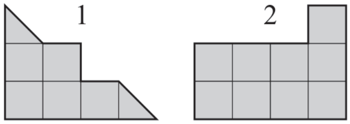
A. 3 m, **B.** 4 m, **C.** 12 m,
D. 48 m, **E.** 60 m,

7. W jakim celu na złączach szyn kolejowych pozostawia się między nimi niewielką przerwę?
A. Dla oszczędności materiału.
B. Aby koła stukały, jak to lubią pasażerowie.
C. Aby zostawić miejsce na wydłużanie się szyn w czasie upałów.
D. Aby zostawić miejsce na wydłużanie się szyn w czasie mrozów.
E. Aby zostawić miejsce na wydłużanie się szyn pod obciążeniem.

8. Bloczek składa się z dwóch sztywno połączonych bębnów o średnicach 40 cm i 20 cm (rysunek) na wspólnej osi. Na bębnach nawinięte są nitki obciążone ciężarkami. Gdy ciężarek 1 przemieści się o 40 cm w górę, ciężarek 2 przemieści się
A. w dół o 80 cm,
B. w dół o 40 cm,
C. w dół o 20 cm,
D. w górę o 20 cm.
E. w górę o 40 cm.



■ **9.** Z kartki kratkowanego papieru wycięto dwie figury (rysunek).

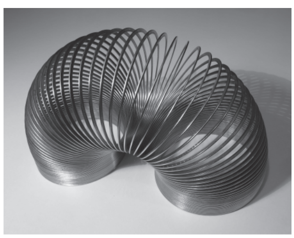


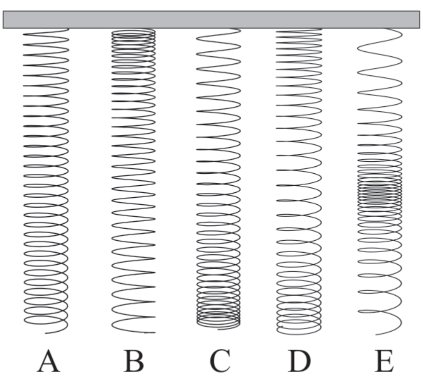
Jaki jest stosunek ich mas?
A. $m_1 = 2m_2$.
B. $m_1 = 1{,}5m_2$.
C. $m_1 = m_2$.
D. $m_2 = 1{,}5m_1$.
E. $m_2 = 2m_1$.

■ **10.** Jeżeli Księżyc wschodzi o zmierzchu i zachodzi o świcie, to jest
A. w nowiu,
B w pełni,
C. w pierwszej kwadrze,
D. w ostatniej kwadrze.
E. Jest tak zawsze.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

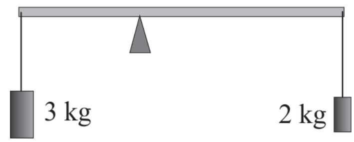
■ **11.** Jak zwisa sprężyna *slinky*?





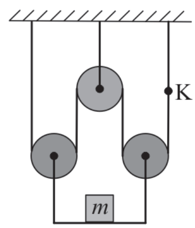
■ **12.** Gdy, pompując koło samochodu, dwukrotnie zwiększymy ciśnienie w oponie, wtedy około dwukrotnie
A. wzrośnie objętość opony,
B. wzrośnie temperatura wewnątrz opony,
C. zmaleje powierzchnia styku koła z asfaltem,
D. wzrośnie głębokość bieżnika,
E. wzrośnie ryzyko pęknięcia opony.

■ **13.** W jakiej odległości od lewego końca należy podeprzeć lekką listewkę z wiszącymi ciężarkami (rysunek), aby była w równowadze? Długość listewki to 45 cm.



A. 15 cm. **B.** 18 cm.
C. 20 cm. **D.** 27 cm.
E. 30 cm.

■ **14.** Ciężarek o masie m jest utrzymywany za pomocą systemu nieważkich bloczków (rysunek). Jaką wartość ma siła naciągu nitki w punkcie K?

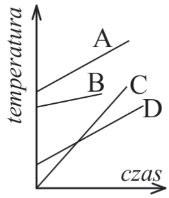


A. 0. **B.** $mg/4$.
C. $mg/2$. **D.** mg.
E. $2\,mg$.

■ **15.** Iloczyn wartości siły i prędkości ma wymiar
A. czasu, **B.** pracy,
C. mocy, **D.** długości,
E. objętości.

■ **16.** Zlewka jest wypełniona po brzegi wodą. Gdy do zlewki włożono klocek z metalu o gęstości 2,7 g/cm^3, część wody wylała się i ostatecznie masa zlewki wraz z zawartością wzrosła o 170 g. Jaką objętość ma klocek? Gęstość wody to 1 g/cm^3.
A. 10 cm^3. **B.** 100 cm^3.
C. 170 cm^3. **D.** 270 cm^3.
E. Nie da się ustalić.

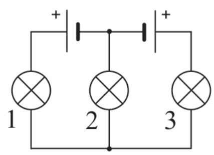
■ **17.** Czterem porcjom różnych substancji, o jednakowej masie, dostarczano ciepło w jednakowym tempie, powodując wzrost temperatury pokazany na wykresach. Która substancja ma największe ciepło właściwe?



E. Dane są niewystarczające, by porównać ciepła właściwe.

■ **18.** Zbudowano obwód elektryczny według schematu na rysunku. Symbol żaróweczki to ⊗, symbol bateryjki to ⊣⊢. Żaróweczki są jednakowe, bateryjki także. Która żaróweczka nie świeci?

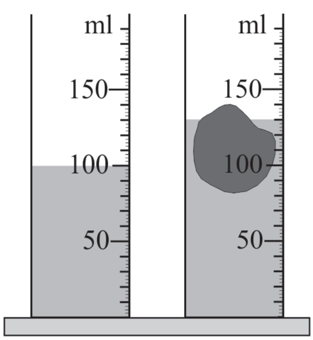
A. Tylko 1.
B. Tylko 2.
C. Tylko 3.
D. Świecą wszystkie.
E. Nie świeci żadna.



■ **19.** Który z elementów optycznych: 1) zwierciadło płaskie; 2) zwierciadło wklęsłe; 3) zwierciadło wypukłe; 4) soczewka skupiająca; 5) soczewka rozpraszająca, może wytworzyć obraz płomienia świecy wyłącznie pomniejszony?

A. Tylko 3.
B. Tylko 3 i 5.
C. 1, 3 i 5.
D. Tylko 1 i 3.
E. Żaden z wymienionych.

■ **20.** Gdy do menzurki włożono ciało o masie 30 g i zaczęło ono pływać, poziom cieczy podniósł się, jak pokazuje rysunek.



Która z poniższych cieczy może znajdować się w menzurce?

A. Rtęć.
B. Benzyna.
C. Nasycony roztwór soli kuchennej.
D. Olej.
E. Woda.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

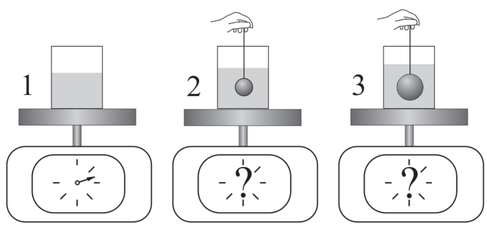
■ **21.** Metr sześcienny powietrza wokół budynku waży ok. 1,2 kg. Ciśnienie powietrza na wysokości dziesiątego piętra (33 m) jest mniejsze od ciśnienia u podstawy budynku mniej więcej o

A. 4 Pa, **B.** 28 Pa,
C. 40 Pa, **D.** 280 Pa,
E. 400 Pa.

■ **22.** Tzw. pęd w mechanice może być obliczany, na przykład dla lecącej piłki, jako iloczyn masy i prędkości. Pęd, oczywiście zawsze z taką samą jednostką, określa się jednak także dla fotonu, którego masa jest równa zeru. Jeden z poniższych wzorów podaje pęd fotonu o energii E. Który? Literą c oznaczyliśmy prędkość światła.

A. Ec^2
B. Ec.
C. E/c.
D. E/c^2.
E. E^2/c.

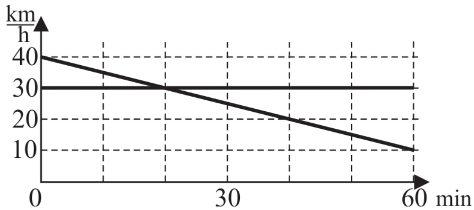
■ **23.** Do trzech jednakowych szklanek wlano po 200 ml wody, a do dwóch z nich włożono kulki o tej samej masie, tak jak pokazuje rysunek.



Porównaj wskazania wag w_1, w_2, w_3.

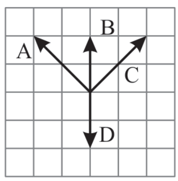
A. $w_1 < w_2 < w_3$.
B. $w_1 < w_3 < w_2$.
C. $w_3 < w_2 < w_1$.
D. $w_1 < w_2 = w_3$.
E. $w_1 = w_2 = w_3$.

■ **24.** Paweł i Gaweł postanowili ścigać się przez godzinę na rowerach. Gaweł ruszył ostro, ale szybko osłabł. Paweł pedałował równo. Wykres pokazuje, jak zmieniała się wartość prędkości rowerzystów w zależności od czasu.



Po ilu minutach jazdy Paweł wyprzedził Gawła?
A. 20. **B.** 30.
C. 40. **D.** 50.
E. Paweł w ogóle nie dogonił Gawła.

■ **25.** Która z sił jest wypadkową trzech pozostałych?

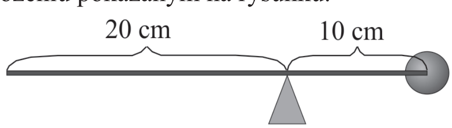


E. Żadna.

■ **26.** Mieszkaniec Ekwadoru właśnie obserwuje pionowo nad głową cztery satelity. Wszystkie cztery okrążają Ziemię w przybliżeniu tak samo szybko: satelita **A** ze wschodu na zachód, satelita **B** z zachodu na wschód, satelita **C** z południa na północ i satelita **D** z północy na południe. Który satelita najwolniej przesuwa się na tle gwiazd?

E. Wszystkie cztery przesuwają się na tle gwiazd tak samo szybko.

■ **27.** Cienki pręt z przyklejoną na końcu kulką z plasteliny jest w równowadze w położeniu pokazanym na rysunku.



Pręt waży 300 g. Kulka waży
A. 100 g, **B.** 150 g,
C. 200 g, **D.** 300 g,
E. 600 g.

■ **28.** Lwiątko i kangur urządziły wyścig ścieżką do wodopoju. Wystartowały razem. Lwiątko biegło z prędkością 10 m/s i wygrało, kangur biegł z prędkością 8 m/s i przybył na metę pół minuty po lwiątku. Jak długo trwał bieg lwiątka?
A. 30 s. **B.** 60 s.
C. 80 s. **D.** 120 s.
E. 150 s.

■ **29.** Jaką wartość ma średnia siła oporów działająca na krążek hokejowy, jeśli pchnięty z prędkością 20 m/s zatrzymuje się 50 m dalej? Masa krążka to 160 g. Siła średnia to siła stała, która na tej drodze wykonałaby taką samą pracę.
A. 1,6 N. **B.** 1,28 N.
C. 0,64 N. **D.** 0,4 N.
E. 0,16 N.

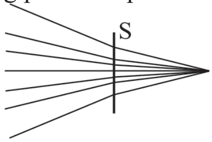
■ **30.** Na wąskiej krze lodowej o długości 15 m znajdują się dwa pingwiny chodzące tam i z powrotem z prędkością 1 m/s. W chwili zero pingwiny są w równych, pięciometrowych odstępach od siebie i od końców kry. Gdy któryś pingwin dojdzie do końca kry, spada do wody, a gdy się spotkają, odbijają się od siebie jak piłki, bez zmiany wartości prędkości. Ile czasu może maksymalnie upłynąć do momentu, gdy oba pingwiny znajdą się w wodzie?
A. 5 s. **B.** 7,5 s.
C. 10 s. **D.** 15 s.
E. 20 s.

Klasy 3 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ **1.** „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca. Ile dni może liczyć odstęp między kolejnymi konkursami? Uwaga: od dzisiaj do pojutrza jest odstęp dwóch dni, nie trzech!
A. Może 364 i może 365.
B. Może 365 i może 366.
C. 364, ale nie 365.
D. 365, ale nie 366.
E. 366, ale nie 365.

■ **2.** Oto bieg promieni przez soczewkę S.

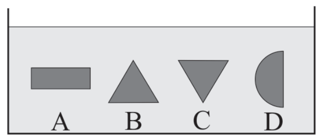


Soczewka S jest
A. skupiająca,
B. rozpraszająca,
C. jeśli promienie biegną w prawo – skupiająca, jeśli w lewo – rozpraszająca,
D. jeśli promienie biegną w prawo – rozpraszająca, jeśli w lewo – skupiająca.
E. Taki bieg promieni przez soczewkę nie jest możliwy.

■ **3.** Komety, które mieszkańcy Ziemi czasem widzą na niebie, okrążają
A. Słońce,
B. Ziemię,
C. Księżyc,
D. Jowisza,
E. Plutona.

■ **4.** Szyby transportuje się z reguły w pozycji pionowej. Chodzi o to, że w pozycji poziomej
A. zajmowałyby więcej miejsca,
B. mogłyby pękać pod wpływem pionowych wstrząsów,
C. mogłyby ulec porysowaniu przez łatwiej utrzymujący się kurz,
D. ześlizgiwałyby się na zakrętach,
E. byłyby narażone na rozgrzewające działanie promieni słonecznych.

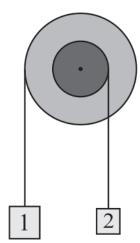
■ **5.** Cztery klocki o różnym kształcie są całkowicie zanurzone w wodzie (rysunek). Objętości klocków są jednakowe. Na który z tych klocków działa największa wypadkowa siła parcia ze strony wody, większa niż na pozostałe klocki?



E. Na wszystkie jednakowa.

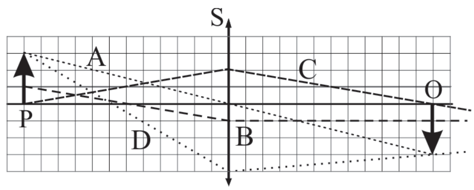
■ **6.** Ognisko soczewki skupiającej to punkt, w którym
A. przecinają się wszystkie promienie światła przechodzące przez soczewkę,
B. następuje skupienie wiązki światła wychodzącej z ogniska po drugiej stronie soczewki,
C. następuje skupienie wiązki promieni wchodzących w soczewkę równolegle do jej osi,
D. następuje zapalenie się promieni biegnących przez soczewkę,
E. następuje załamanie promieni biegnących przez soczewkę.

■ **7.** Bloczek składa się z dwóch sztywno połączonych bębnów o średnicach 40 cm i 20 cm (rysunek) na wspólnej osi. Na bębnach nawinięte są nitki obciążone ciężarkami. Gdy prędkość ciężarka 1 ma wartość 4 m/s, ciężarek 2 porusza się z prędkością
A. 1 m/s,
B. 2 m/s,
C. 4 m/s,
D. 8 m/s,
E. 16 m/s.



■ **8.** Wypolerowana stalowa miska działa jak zwierciadło wklęsłe. Gdy zbliżysz nos do jej dna (wstrzymując oddech), poczujesz na twarzy
A. chłód, **B.** ciepło,
C. wilgoć, **D.** iskrzenie.
E. Nie poczujesz nic szczególnego.

■ **9.** Schemat przedstawia przedmiot P i jego obraz O uzyskany za pomocą soczewki skupiającej S, a także cztery promienie biegnące od przedmiotu. Bieg którego promienia narysowano niepoprawnie?

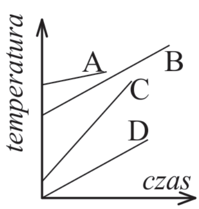


E. Wszystkie biegną jak należy.

■ **10.** Jeżeli Księżyc wschodzi o świcie i zachodzi tegoż dnia o zmierzchu, to jest
A. w nowiu,
B. w pełni,
C. w pierwszej kwadrze,
D. w ostatniej kwadrze,
E. Sytuacja taka jest niemożliwa.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ **11.** Czterem porcjom różnych substancji, o jednakowej masie, dostarczano ciepło w jednakowym tempie, powodując wzrost ich temperatury pokazany na wykresach. Która substancja ma najmniejsze ciepło właściwe?

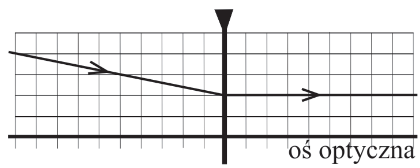


E. Dane są niewystarczające, by porównać ciepła właściwe.

■ **12.** Masa Słońca jest ok. 300 000 razy większa od masy Ziemi. Ile jest równy stosunek wartości siły grawitacyjnej, jaką Słońce przyciąga Ziemię, do wartości siły, jaką Słońce jest przyciągane przez Ziemię?
A. 90 000 000 000.
B. 300 000.
C. 1,
D. 1/300 000.
E. 1/90 000 000 000.

■ **13.** Iloczyn ciśnienia i objętości ma wymiar
A. siły, **B.** pracy,
C. mocy, **D.** długości,
E. prędkości.

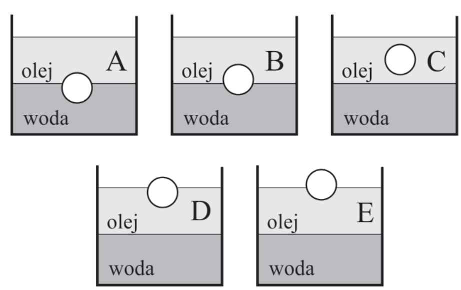
■ **14.** Rysunek pokazuje bieg promienia przez soczewkę rozpraszającą. Jedna kratka to 2 cm. Ile jest równa zdolność skupiająca soczewki?



A. −0,1 D. **B.** −0,2 D.
C. −0,5 D. **D.** −5 D.
E. −20 D.

■ **15.** Krótkowidz potrzebuje okularów z soczewkami
A. dwuwypukłymi,
B. skupiającymi,
C. rozpraszającymi,
D. szklanymi,
E. kontaktowymi.

■ **16.** Drewniana kulka pływa w wodzie, zanurzona dokładnie do połowy. Gdy do naczynia dolejemy oleju o gęstości 800 kg/m^3, kulka znajdzie się w położeniu

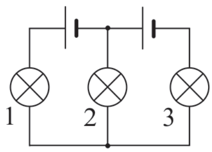


■ **17.** Pociąg jedzie z prędkością v, długość pojedynczej szyny to l. Każde z kół stuka na złączach z częstotliwością

A. $\frac{v}{l}$, **B.** vl, **C.** $\frac{l}{v}$,

D. $\frac{1}{vl}$, **E.** $v - l$.

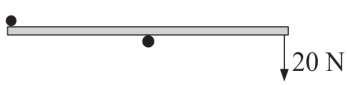
■ **18.** Żaróweczki są jednakowe, bateryjki także. Która żaróweczka nie świeci?



A. Tylko 1.
B. Tylko 2.
C. Tylko 3.
D. Świecą wszystkie.
E. Nie świeci żadna.

■ **19.** Który z elementów optycznych: 1) zwierciadło płaskie; 2) zwierciadło wklęsłe; 3) zwierciadło wypukłe; 4) soczewka skupiająca; 5) soczewka rozpraszająca, może wytworzyć obraz płomienia świecy wyłącznie pozorny?
A. Tylko 3. **B.** Tylko 3 i 5.
C. 1, 3 i 5. **D.** Tylko 1 i 3.
E. Żaden z wymienionych.

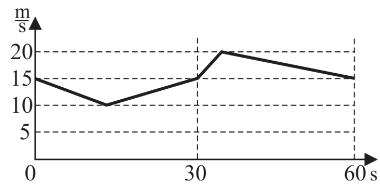
■ **20.** Między dwa gwoździe wbite w poziomy stół włożona jest listwa, której koniec ciągniemy siłą 20 N (rysunek, widok z góry).



Jakimi siłami listwa naciska na lewy i prawy gwóźdź?
A. 0 N, 10 N. **B.** 0 N, 20 N.
C. 40 N, 20 N. **D.** 20 N, 40 N.
E. 40 N, 40 N.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Oto wykres wartości prędkości samochodu w ciągu minuty jego ruchu.



Jaką drogę przebył w tym czasie samochód?

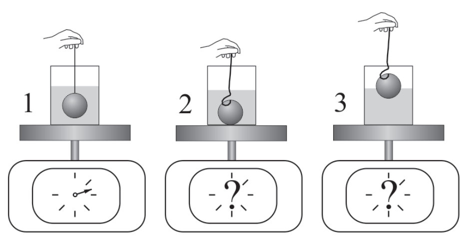
A. 1200 m, **B.** 1000 m,
C. 900 m, **D.** 800 m,
E. 600 m.

■ **22.** Moc wiatru wiejącego z prędkością v przez prostopadłą doń powierzchnię o polu S wyraża się jednym z podanych niżej wzorów (ρ – gęstość powietrza). Którym?

A. $\frac{\rho v S}{2}$. **B.** $\frac{\rho v^2 S}{2}$. **C.** $\frac{\rho v^3 S}{2}$.

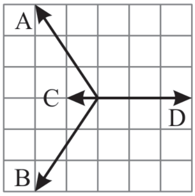
D. $\frac{\rho v^4 S}{2}$. **E.** $\frac{\rho v^5 S}{2}$.

■ **23.** Do jednakowych szklanek zawierających po 200 ml wody włożono trzy kulki o tej samej objętości, tak jak pokazuje rysunek. Porównaj wskazania wag w_1, w_2, w_3.



A. $w_2 < w_1 < w_3$.
B. $w_3 < w_1 \leq w_2$.
C. $w_1 < w_2 = w_3$.
D. $w_2 = w_1 < w_3$.
E. $w_1 = w_3 < w_2$.

24. Która z sił jest wypadkową trzech pozostałych?



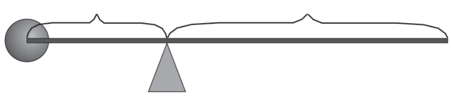
E. Żadna.

25. Na piłkę rzuconą ukośnie pod wiatr działa w najwyższym punkcie toru siła oporu powietrza o wartości 3 N. Jaką wartość ma w tym momencie przyspieszenie piłki? Masa piłki wynosi 400 g. Przyjmij $g = 10$ N/kg.

A. 0 m/s^2. **B.** 5 m/s^2.
C. 7,5 m/s^2. **D.** 10 m/s^2.
E. 12,5 m/s^2.

26. Kostka lodu, wrzucona do termosu z wodą, obniża temperaturę wody o 8 °C. Gdyby wrzucono dwie takie same kostki lodu, temperatura spadłaby
A. o 16 °C,
B. o więcej niż 16 °C,
C. o mniej niż 16 °C.
D. Wybór między odpowiedziami A, B i C zależy od początkowej temperatury lodu.
E. Wybór między odpowiedziami A, B i C zależy od początkowej temperatury wody.

27. Cienki pręt z przyklejoną na końcu kulką z plasteliny jest w równowadze w położeniu pokazanym na rysunku.



Kulka waży 150 g. Pręt waży

A. 600 g, **B.** 450 g,
C. 300 g, **D.** 225 g,
E. 150 g.

28. Lwiątko i kangur urządziły wyścig ścieżką do wodopoju. Wystartowały razem. Lwiątko biegło z prędkością 10 m/s i wygrało, kangur biegł z prędkością 8 m/s i przybył na metę pół minuty po lwiątku. Jak długo trwał bieg kangura?

A. 180 s. **B.** 150 s.
C. 120 s. **D.** 80 s.
E. 60 s.

29. Skoczek spadochronowy o masie 80 kg, spadając pionowo przed otwarciem spadochronu, osiąga prędkość 50 m/s po 1000 m lotu. Ile jest równa średnia wartość siły oporu powietrza, działającej na skoczka na tym odcinku? Przyjmij $g = 10$ N/kg. Siła średnia to siła stała, która na tej drodze wykonałaby taką samą pracę.

A. 800 N. **B.** 700 N.
C. 600 N. **D.** 400 N.
E. 100 N.

30. Na wąskiej krze lodowej o długości 20 m znajdują się trzy pingwiny chodzące tam i z powrotem z prędkością 1 m/s. W chwili zero pingwiny są w równych, pięciometrowych odstępach od siebie i od końców kry. Gdy któryś pingwin dojdzie do końca kry, spada do wody, a gdy dwa się spotkają, odbijają się od siebie jak piłki, bez zmiany wartości prędkości. Ile czasu może maksymalnie upłynąć do momentu, gdy wszystkie pingwiny znajdą się w wodzie?

A. 10 s. **B.** 15 s.
C. 20 s. **D.** 25 s.
E. 30 s.

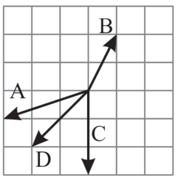
Klasy I liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ **1.** „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca. Ile najmniej dni może liczyć odstęp między kolejnymi konkursami? Uwaga: od dzisiaj do pojutrza jest odstęp dwóch dni, nie trzech!

A. 357. **B.** 364. **C.** 365.
D. 366. **E.** 371.

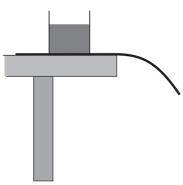
■ **2.** Która z sił jest wypadkową trzech pozostałych?



E. Żadna.

■ **3.** W którym zdaniu poprawnie użyto fizycznej terminologii?
A. Siłą, która wpycha napój do słomki, jest ciśnienie powietrza.
B. Atomy wody są w ciągłym ruchu.
C. Neutron to cząstka elektrycznie obojętna.
D. Aby podgrzać wodę, trzeba jej dostarczyć temperatury.
E. Kamień spada z coraz większą siłą.

■ **4.** Na skraju stołu, na kartce papieru stoi szklanka z wodą. Aby jedną ręką wyciągnąć kartkę, nie zrzucając przy tym szklanki, należy

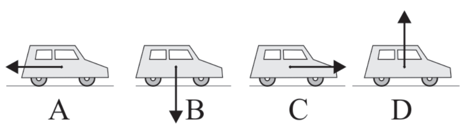


A. ciągnąć kartkę poziomo, bardzo powoli,
B. szybko wyszarpnąć kartkę, ciągnąc poziomo,
C. szybko wyszarpnąć kartkę, ciągnąc ku górze,
D. ciągnąć poziomo, ruszając kartką na boki.
E. Nie da się tego zrobić bez przytrzymania szklanki.

■ **5.** W którym momencie lotu w dół skoczek *bungee* ma przyspieszenie równe zeru?
A. Na samym początku, zanim gumowa lina zacznie się naprężać.
B. Dokładnie w momencie, gdy gumowa lina zaczyna się naprężać.
C. Gdy gumowa lina już napręża się, ale przed najniższym położeniem.
D. W najniższym położeniu.
E. W żadnym momencie lotu przyspieszenie nie jest równe zeru.

■ **6.** Patrząc przez soczewkę rozpraszającą na odległe źródło światła, widzimy je
A. jeszcze dalej,
B. bliżej,
C. po tej samej stronie soczewki, co nasze oko,
D. odwrócone,
E. powiększone.

■ **7.** Samochód jedzie po poziomej szosie ze stałą prędkością. Który rysunek poprawnie pokazuje wypadkową siłę działającą na samochód?

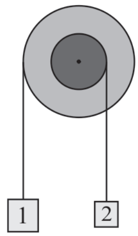


E. Wypadkowa siła jest równa zeru.

■ **8.** Kosztem jakiej energii powstaje energia światła wysyłanego przez rowerową lampkę, zasilaną przez rowerowe dynamo (prądnicę)? Rowerzysta równomiernie pedałuje po poziomej drodze. Pogoda jest bezwietrzna.
A. Energii potencjalnej rowerzysty i roweru.
B. Energii kinetycznej rowerzysty i roweru.
C. Energii chemicznej zmagazynowanej w komórkach ciała rowerzysty.
D. Energii wewnętrznej powietrza hamującego ruch roweru.
E. Energii tarcia końcówki dynama o oponę roweru.

■ **9.** Bloczek składa się z dwóch sztywno połączonych bębnów o średnicach 40 cm i 20 cm (rysunek) na wspólnej osi. Na bębnach nawinięte są nitki obciążone ciężarkami. Gdy układ porusza się swobodnie, przyspieszenie ciężarka 1 ma wartość 4 m/s^2. Ciężarek 2 porusza się wtedy z przyspieszeniem

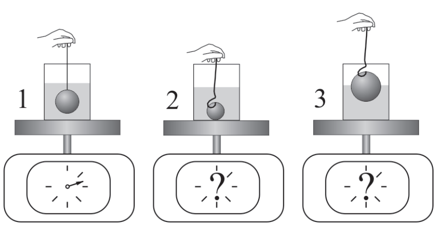
A. 16 m/s^2, **B.** 8 m/s^2,
C. 4 m/s^2, **D.** 2 m/s^2,
E. 1 m/s^2.



■ **10.** Jeżeli Księżyc wschodzi na zachodzie i zachodzi na wschodzie, to jest
A. w nowiu,
B. w pełni,
C. w pierwszej kwadrze,
D. w ostatniej kwadrze.
E. Sytuacja taka jest niemożliwa.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ **11.** Do jednakowych szklanek zawierających po 200 ml wody włożono trzy kulki o tej samej masie. Porównaj wskazania wag w_1, w_2, w_3. Cieniutka nitka na rys. 1 jest naprężona, na rys. 2 i 3 luźna!



A. $w_2 < w_1 < w_3$.
B. $w_3 < w_1 < w_2$.
C. $w_1 < w_2 = w_3$.
D. $w_2 = w_3 < w_1$.
E. $w_1 = w_3 < w_2$.

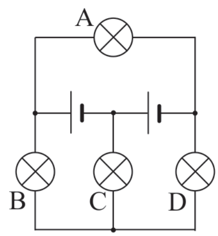
■ **12.** Iloczyn pędu i przyspieszenia ma wymiar

A. siły, **B.** pracy, **C.** mocy,
D. długości, **E.** prędkości.

■ **13.** W dwóch gramach gazowego wodoru jest $6{,}02\cdot10^{23}$ cząsteczek. Jaką masę ma jeden atom wodoru?

A. $1{,}66\cdot10^{-27}$ kg. **B.** $1{,}66\cdot10^{-24}$ kg.
C. $1{,}66\cdot10^{-21}$ kg. **D.** $3{,}32\cdot10^{-27}$ kg.
E. $3{,}01\cdot10^{-20}$ kg.

■ **14.** Żaróweczki są jednakowe, bateryjki także. Która żaróweczka nie świeci?



E. Świecą wszystkie.

■ **15.** Mamy 9 kg wody. Ile ważą zawarte w niej neutrony?

A. 9 kg. **B.** 5 kg.
C. 4 kg. **D.** 3 kg.
E. 1 kg.

■ **16.** Gdy pęd ciała ma wartość 40 kg·m/s, energia kinetyczna wynosi 200 J. Masa ciała to

A. 2 kg, **B.** 4 kg,
C. 5 kg, **D.** 8 kg,
E. 10 kg.

■ **17.** Termometr za oknem wskazuje 30 °C. Jeśli zamoczymy go w wodzie o temperaturze 30 °C i z powrotem wystawimy za okno, wskazywać będzie
A. nadal 30 °C, także gdy wyschnie,
B. ponad 30 °C, póki nie wyschnie,
C. ponad 30 °C, także gdy wyschnie,
D. poniżej 30 °C, póki nie wyschnie,
E. poniżej 30 °C, także gdy wyschnie.

■ **18.** Sztuczny satelita okrąża Ziemię po orbicie eliptycznej (niekołowej), której apogeum (punkt położony najdalej od Ziemi) znajduje się w odległości R od środka Ziemi. Masę Ziemi oznaczmy M, stałą grawitacji G.

Prędkość satelity w apogeum

A. musi być większa od $\sqrt{\frac{GM}{R}}$,

B. musi być równa $\sqrt{\frac{GM}{R}}$,

C. musi być mniejsza od $\sqrt{\frac{GM}{R}}$,

D. może być dowolnie duża,

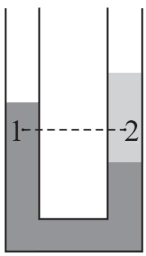
E. może być dowolnie mała

■ **19.** Na nitce o długości 0,5 m waha się kulka o masie 100 g. W najniższym położeniu kulka ma prędkość 2 m/s. Siła naciągu nici ma w tym położeniu wartość (przyjmij $g = 10$ N/kg)

A. 1,8 N, **B.** 1 N, **C.** 0,8 N,
D. 2 N, **E.** 0 N.

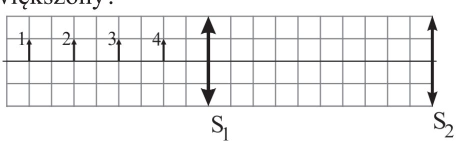
■ **20.** W U-rurce znajdują się w równowadze dwie ciecze, jak pokazuje rysunek. Porównaj ciśnienia w punktach 1 i 2.

A. $p_1 = p_2$.
B. $p_1 > p_2$.
C. $p_1 < p_2$.
D. Odpowiedź zależy od ciśnienia atmosferycznego.
E. Odpowiedź zależy od rodzaju cieczy.



Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Dwie soczewki skupiające S_1 i S_2 o ogniskowych odpowiednio 4 cm i 6 cm są ustawione na wspólnej osi optycznej w odległości 10 cm od siebie. Obraz którego z przedmiotów 1–4, wytworzony przez ten układ soczewek, będzie półtorakrotnie powiększony?



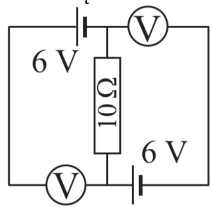
A. Tylko 1.
B. Tylko 2.
C. Tylko 1 lub 2
D. Tylko 4.
E. Każdego z nich.

■ **22.** Promień czarnej dziury o masie M (tzw. promień Schwarzschilda) wyraża się jednym z podanych niżej wzorów (G – stała grawitacji; c – prędkość światła). Którym?

A. $\frac{2G^2M}{c}$. **B.** $\frac{2GM}{c}$. **C.** $\frac{2GM}{c^2}$.

D. $\frac{2GM^2}{c}$. **E.** $\frac{2GM^2}{c^2}$.

■ **23.** Co wskazują woltomierze, górny i dolny? Mierniki są idealne.



A. 0 V, 0 V.
B. 0 V, 12 V.
C. 6 V, 6 V.
D. 12 V, 0 V.
E. 12 V, 12 V.

■ **24.** Do prostopadłościennego naczynia z cieczą o gęstości ρ włożono ciało o masie m i gęstości d. Ciało pływa. O ile podniósł się poziom cieczy w naczyniu? Pole powierzchni dna wynosi S.

A. $\frac{m}{\rho S}$. **B.** $\frac{m}{dS}$.

C. $\frac{\rho S}{m}$. **D.** $\frac{dS}{m}$.

E. Jest za mało danych.

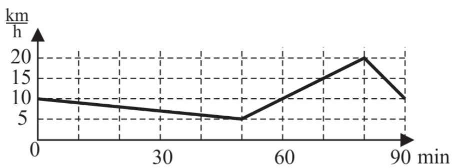
■ **25.** Jaką co najmniej energię należy przekazać jednemu kilogramowi ładunku, aby dostarczyć go na Międzynarodową Stację Kosmiczną, znajdującą się na orbicie wokółziemskiej, przebiegającej 340 km nad powierzchnią naszej planety?

A. Ok. 0,33 MJ. **B.** Ok. 3,3 MJ.
C. Ok. 33 MJ. **D.** Ok. 330 MJ.
E. ∞.

■ **26.** Po dwóch dobach pozostała 1/8 początkowej ilości izotopu promieniotwórczego. Wynika stąd, że 1/32 początkowej ilości tego izotopu pozostanie po (licząc od początku eksperymentu)

A. $2\frac{2}{3}$ doby, **B.** $3\frac{1}{3}$ doby,
C. 4 dobach, **D.** 5 dobach,
E. 8 dobach.

■ **27.** Pan Leon wybrał się na wycieczkę rowerem, ale z powodu silnego wiatru zrezygnował. Bez zatrzymywania się zawrócił na rondzie i tą samą drogą wrócił do domu. Wykres pokazuje, jak zmieniała się wartość prędkości roweru w zależności od czasu.



Po ilu minutach jazdy nastąpiło zawrócenie na rondzie?

A. 50. **B.** 55. **C.** 60.
D. 65. **E.** 70.

■ **28.** Lwiątko i kangur urządziły wyścig ścieżką do wodopoju. Wystartowały razem. Lwiątko biegło z prędkością 10 m/s i wygrało, kangur biegł z prędkością 8 m/s i przybył na metę pół minuty po lwiątku. Ile metrów miała trasa wyścigu?

A. 1800 s. **B.** 1500 s.
C. 1200 s. **D.** 800 s.
E. 600 s.

■ **29.** Satelity 1 i 2 okrążają Ziemię po kołowych orbitach biegnących nad równikiem, satelita 1 ze wschodu na zachód, a satelita 2 z zachodu na wschód. Mieszkaniec Ekwadoru widzi satelitę 1 pionowo nad głową tak samo często, jak satelitę 2. Satelita 1 ma okres obiegu 4 h. Okres obiegu satelity 2 jest zatem równy

A. 6 h, **B.** 4,8 h, **C.** 4 h,
D. $3\frac{3}{7}$ h, **E.** 3 h.

■ **30.** Na wąskiej krze lodowej o długości 50 m znajduje się 9 pingwinów chodzących nieustannie tam i z powrotem z prędkością 1 m/s. W chwili zero pingwiny są w równych, pięciometrowych odstępach od siebie i od końców kry. Gdy któryś pingwin dojdzie do końca kry, spada do wody, a gdy dwa się spotkają, odbijają się od siebie jak piłki, bez zmiany wartości prędkości. Ile czasu może maksymalnie upłynąć do momentu, gdy wszystkie pingwiny znajdą się w wodzie?

A. 45 s. **B.** 50 s.
C. 90 s. **D.** 95 s.
E. Możliwe, że taki moment nigdy nie nastąpi.

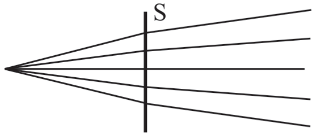
Klasy II liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

1. „Lwiątko" odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca. Ile najwięcej dni może liczyć odstęp między kolejnymi konkursami? Uwaga: od dzisiaj do pojutrza jest odstęp dwóch dni, nie trzech.

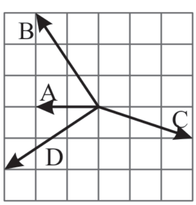
A. 364. **B.** 366. **C.** 370.
D. 371. **E.** 373.

2. Oto bieg promieni przez soczewkę S.



Soczewka S jest
A. skupiająca,
B. rozpraszająca,
C. jeśli promienie biegną w prawo – skupiająca, jeśli w lewo – rozpraszająca,
D. jeśli promienie biegną w prawo – rozpraszająca, jeśli w lewo – skupiająca.
E. Taki bieg promieni przez soczewkę nie jest możliwy.

3. Która z sił jest wypadkową trzech pozostałych?

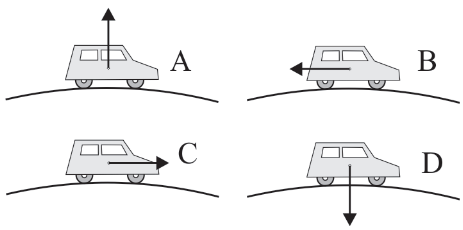


E. Żadna.

4. Neapol i Nowy Jork znajdują się w przybliżeniu na tej samej szerokości geograficznej. Najkrótsza droga lotnicza z Neapolu do Nowego Jorku prowadzi
A. wzdłuż równoleżnika,
B. wzdłuż łuku wygiętego nieco na północ w stosunku do równoleżnika,
C. wzdłuż łuku wygiętego nieco na południe w stosunku do równoleżnika,
D. przez biegun północny,
E. po linii prostej.

5. Linie pola elektrycznego to
A. cienkie przewody, którymi w polu płynie prąd,
B. układające się regularnie ziarenka drobnej kaszki,
C. ślady po przelatujących elektronach,
D. tory, wzdłuż których poruszałaby się cząstka o niewielkim ładunku.
E. Inna odpowiedź.

6. Samochód jedzie przez wypukły mostek ze stałą (co do wartości) prędkością. Który rysunek poprawnie pokazuje wypadkową siłę działającą na samochód?



E. Wypadkowa siła jest równa zeru.

7. Zielony kolor nadaje roślinom chlorofil, dobrze pochłaniający monochromatyczne światło barwy
A. zielonej,
B. niebieskiej i czerwonej,
C. białej,
D. czarnej,
E. brązowej.

8. W archeologii do datowania znalezisk wykorzystuje się izotop węgla C-14. W stosunku do „zwykłego" węgla C-12 ma on w jednym atomie
A. o 2 elektrony więcej,
B. o 2 protony więcej,
C. o 2 neutrony więcej,
D. o 1 elektron i 1 proton więcej,
E. o 1 proton i 1 neutron więcej.

9. Satelita geostacjonarny w ruchu po orbicie, w porównaniu z dobowym ruchem mieszkańców Ekwadoru wokół osi ziemskiej, ma taką samą/taki sam/takie samo
A. prędkość liniową,
B. prędkość kątową,
C. promień toru,
D. przyspieszenie dośrodkowe,
E. położenie.

10. Jeżeli Księżyc wschodzi o północy i zachodzi tegoż dnia w południe, to jest
A. w nowiu,
B. w pełni,
C. w pierwszej kwadrze,
D. w ostatniej kwadrze.
E. Sytuacja taka jest niemożliwa.

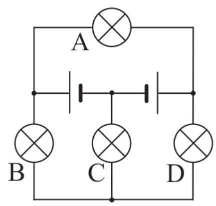
Zadania 11 – 20 za 4 punkty

11. Duży balon z gazem może służyć jako soczewka akustyczna, działając na fale dźwiękowe podobnie jak soczewka szklana na fale światła. Aby była to soczewka skupiająca, gaz w balonie powinien cechować się, w stosunku do powietrza wokół,
A. większą prędkością dźwięku,
B. mniejszą prędkością dźwięku,
C. większym pochłanianiem dźwięku,
D. mniejszym pochłanianiem dźwięku,
E. wyższą temperaturą.

12. Które wielkości mają taki sam wymiar?
A. Temperatura i energia kinetyczna.
B. Odwrotność długości i ogniskowa.
C. Kwadrat prędkości i ciepło topnienia.
D. Pojemność elektryczna i indukcyjność.
E. Współczynnik załamania światła i przenikalność elektryczna (bezwzględna).

13. Które parametry fal na jeziorze zmienią swoją wartość, gdy ich pomiar przeprowadzimy w układzie odniesienia płynącej naprzeciw fal motorówki? 1 – amplituda, 2 – długość fali, 3 – prędkość grzbietów fal, 4 – okres, 5 – częstotliwość.
A. Wszystkie.
B. Tylko 1, 3, 4, 5.
C. Tylko 3, 4, 5.
D. Tylko 4, 5.
E. Żaden.

14. Żaróweczki są jednakowe, bateryjki także. Która żaróweczka nie świeci?



E. Świecą wszystkie.

15. Gdy podczas przemiany izobarycznej zmieniono temperaturę bezwzględną gazu doskonałego o 20%, gęstość gazu zmieniła się
A. o 25%,
B. o 20%,
C. o około 16,7%,
D. o około 1,7%.
E. Inna odpowiedź.

16. Gdyby Ziemia nie miała atmosfery, kula armatnia wystrzelona na ziemskim równiku idealnie pionowo ku górze spadłaby
A. prosto do lufy armaty,
B. na wschód od armaty,
C. na południe od armaty,
D. na zachód od armaty,
E. na północ od armaty.

17. Ciężarek na nitce o długości 1,6 m został odchylony tak, że nitka tworzyła z pionem kąt 60º, a następnie puszczony. Jaką prędkość osiągnął ciężarek w najniższym położeniu? Przyjmij $g = 10$ N/kg.

A. 5,6 m/s. **B.** 4 m/s.
C. 3,2 m/s. **D.** 1,6 m/s.

E. Nie da się obliczyć bez znajomości masy ciężarka.

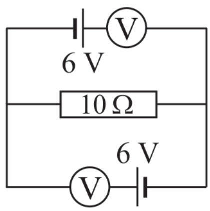
18. Dwa punktowe ładunki przeciwnych znaków wytwarzają pole elektrostatyczne. W ilu punktach przestrzeni natężenie tego pola ma wartość zero?
A. W trzech.
B. W dwóch.
C. W jednym.
D. Nie ma takich punktów.
E. Odpowiedź zależy od wartości ładunków.

■ **19.** Kamień rzucony pionowo w dół z wysokości 12 m uderzył w ziemię po sekundzie. Z jaką prędkością go rzucono? Przyjmij $g = 10\ \text{m/s}^2$ i pomiń opory ruchu.

A. 2 m/s. **B.** 5 m/s. **C.** 7 m/s.
D. 10 m/s. **E.** 12 m/s.

■ **20.** Co wskazują woltomierze, górny i dolny? Mierniki są idealne.

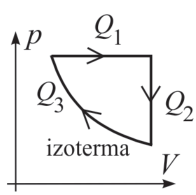
A. 6 V, 12 V.
B. 12 V, 6 V.
C. 12 V, 12 V.
D. 6 V, 6 V.
E. 0 V, 0 V.



Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Podczas poszczególnych etapów cyklu pracy silnik termodynamiczny – substancją roboczą jest gaz doskonały – wymienia z otoczeniem ciepło o bezwzględnych wartościach Q_1, Q_2, Q_3 (rysunek). Praca netto wykonana przez silnik w czasie jednego cyklu wynosi

A. $Q_1 + Q_2 + Q_3$,
B. $Q_1 - Q_2 + Q_3$,
C. $Q_1 + Q_2 - Q_3$,
D. $Q_1 - Q_2 - Q_3$,
E. $Q_1 - Q_3$.



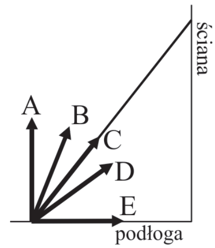
■ **22.** Częstotliwość tzw. drgań plazmowych wyraża się jednym z podanych niżej wzorów (N – liczba swobodnych elektronów w objętości V, e – ładunek elementarny, m – masa elektronu, ε_0 –przenikalność elektryczna próżni). Którym?

A. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Ne}{\varepsilon_0 mV}}$. **B.** $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\varepsilon_0 Ne^2}{mV}}$.

C. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Ne^2}{\varepsilon_0 mV}}$. **D.** $\frac{\varepsilon_0}{2\pi}\sqrt{\frac{Ne^2}{mV}}$.

E. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{Nme^2}{\varepsilon_0 V}}$.

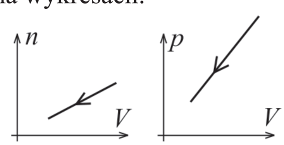
■ **23.** Sztywny, jednorodny pręt opiera się o śliską ścianę, jak pokazuje rysunek. Podłoga jest chropowata, dzięki czemu pręt się nie przewraca. Który wektor może reprezentować siłę, jaką podłoga działa na pręt?



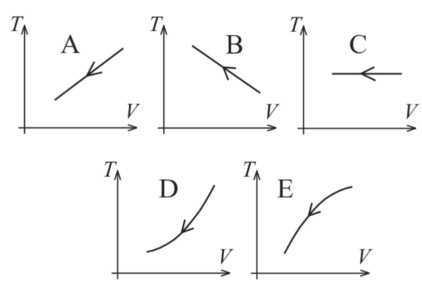
■ **24.** W szeregu promieniotwórczym uranu 238 po uranie (okres półrozpadu $4{,}5 \cdot 10^9$ lat) występuje kilka izotopów krótkożyciowych i dopiero powstający z nich rad 226 ma okres półrozpadu około 1600 lat. Ustala się przybliżona równowaga, w której stosunek liczby atomów radu do liczby atomów uranu jest równy około

A. 226/238,
B. 238/226,
C. 4 500 000 000/1600,
D. 1600/4 500 000 000,
E. jeden do jednego.

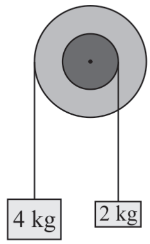
■ **25.** Za pomocą tłoka możemy zmieniać objętość naczynia, możemy także zasysać lub wypuszczać gaz. Pracujemy z gazem doskonałym. Jeżeli liczba moli gazu n i ciśnienie p zależą od objętości V w sposób pokazany na wykresach:



to zależność temperatury T od V pokazuje poniżej wykres



■ **26.** Bloczek składa się z dwóch sztywno połączonych bębnów o średnicach 40 cm i 20 cm (rysunek) na wspólnej osi. Na bębnach nawinięte są nitki obciążone ciężarkami. W czasie swobodnego ruchu układu siła naciągu lewej nici wynosi 32 N. Jaką wartość ma siła naciągu prawej nici? Przyjmij $g = 10$ N/kg.

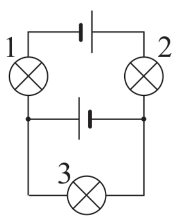


A. 12 N.
B. 16 N.
C. 18 N.
D. 22 N.
E. 64 N.

■ **27.** Prędkość satelity jest tym mniejsza, im większy jest promień jego orbity. Mieszkaniec Ekwadoru właśnie obserwuje pionowo nad głową cztery satelity. Wszystkie cztery przesuwają się na tle gwiazd tak samo szybko: satelita **A** ze wschodu na zachód, satelita **B** z zachodu na wschód, satelita **C** z południa na północ i satelita **D** z północy na południe. Który satelita znajduje się najdalej?

E. Wszystkie cztery znajdują się tak samo daleko.

■ **28.** Żaróweczki są jednakowe, bateryjki także. Opór wewnętrzny bateryjek można pominąć.



A. Żaróweczka 3 nie świeci.
B. 3 świeci, ale słabiej od 1 i 2.
C. 3 świeci, a 1 i 2 nie.
D. 1 i 2 świecą, ale słabiej od 3.
E. Wszystkie żaróweczki świecą jednakowo jasno.

■ **29.** Kosmonauta, spacerujący kilka metrów od statku poruszającego się po orbicie wokółziemskiej, zauważył, że lina łącząca go ze statkiem ześlizgnęła się z zaczepu tuż przy włazie statku. Na domiar złego silniczki umożliwiające manewrowanie przestały działać. Co powinien zrobić kosmonauta, aby dostać się do włazu?
A. Zrobić z liny lasso i rzucić je, aby swobodnie spadło na wystającą opodal włazu antenę.
B. Silnie szarpnąć linę ku sobie i wybierać ją w miarę jej zbliżania się.
C. Zwinąć linę i rzucić ją silnie w kierunku przeciwnym do włazu, nie odczepiając jej od siebie, bo się jeszcze przyda.
D. Odczepić linę od siebie, zwinąć i rzucić silnie w kierunku przeciwnym do włazu.
E. Żadna z opisanych czynności nie może spowodować dotarcia kosmonauty do włazu.

■ **30.** Na wąskiej krze lodowej o długości 50 m znajduje się 9 pingwinów chodzących nieustannie tam i z powrotem z prędkością 1 m/s. W chwili zero pingwiny są w równych, pięciometrowych odstępach od siebie i od końców kry. Gdy któryś pingwin dojdzie do końca kry, spada do wody, a gdy dwa się spotkają, odbijają się od siebie jak piłki, bez zmiany wartości prędkości. Ile czasu może maksymalnie upłynąć do momentu, gdy wszystkie pingwiny znajdą się w wodzie?

A. 95 s. **B.** 90 s.
C. 50 s. **D.** 45 s.
E. Możliwe, że taki moment nigdy nie nastąpi.

Klasy III i IV liceum i technikum

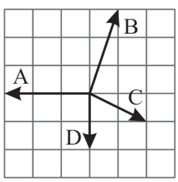
Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ **1.** „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca. Ile najwięcej dni może liczyć odstęp między kolejnymi konkursami? Uwaga: od dzisiaj do pojutrza jest odstęp dwóch dni, nie trzech.

A. 364. **B.** 366. **C.** 369.
D. 370. **E.** 371.

■ **2.** Słońce należy do
A. czerwonych olbrzymów,
B. białych karłów,
C. cytrynowych liliputów,
D. gwiazd ciągu głównego,
E. czarnych dziur.

■ **3.** Która z sił jest wypadkową trzech pozostałych?



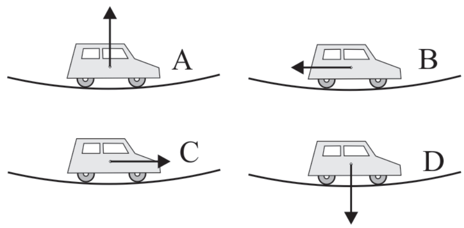
E. Żadna.

■ **4.** Antycząstki cząstek naładowanych mają w stosunku do nich
A. przeciwnego znaku ładunek elektryczny, masę i czas życia,
B. przeciwnego znaku ładunek elektryczny i masę, a czas życia taki sam,
C. przeciwnego znaku ładunek elektryczny, a masę i czas życia taki sam,
D. taki sam ładunek elektryczny, masę i czas życia,
E. taki sam ładunek elektryczny i masę, a czas życia przeciwny.

■ **5.** W warunkach normalnych mol tlenu zajmuje objętość 22,4 l. Przy tym samym ciśnieniu, ale w dziesięciokrotnie niższej temperaturze bezwzględnej, mol tlenu zajmuje objętość

A. 224 l, **B.** 22,4 l,
C. 2,24 l, **D.** 8,31 l.
E. Inna odpowiedź.

■ **6.** Samochód jedzie przez zagłębienie szosy ze stałą (co do wartości) prędkością. Który rysunek poprawnie pokazuje wypadkową siłę działającą na samochód?



E. Wypadkowa siła jest równa zeru.

■ **7.** Słońce promieniuje nie tylko w zakresie widzialnym, ale także podczerwonym i nadfioletowym.
A. Podczerwień grzeje, a nadfiolet opala skórę.
B. Podczerwień opala, a nadfiolet grzeje.
C. Podczerwień i nadfiolet grzeją, a opala światło widzialne.
D. Podczerwień i nadfiolet opalają, a grzeje światło widzialne.
E. Wszystkie trzy zakresy w równym stopniu grzeją i opalają.

■ **8.** Mamy cztery źródła dźwięku: 1 – flet, 2 – napiętą strunę, 3 – membranę bębna, 4 – widełki stroikowe (kamerton). Gdy w 1 dmuchamy, 2 szarpniemy, 3 i 4 uderzymy, to dźwięki, w których dominuje jeden ton podstawowy i pewna liczba jego wyższych harmonicznych, wydadzą

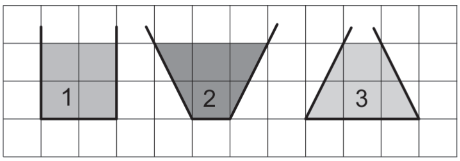
A. 1, 2, i 3, **B.** 2, 3 i 4,
C. 1, 3 i 4, **D.** 1, 2 i 4,
E. tylko 4.

■ **9.** Satelita geostacjonarny, widziany pionowo nad głową, przesuwa się na tle gwiazd
A. ze wschodu na zachód,
B. z zachodu na wschód,
C. z północy na południe,
D. z południa na północ.
E. W ogóle się nie przesuwa.

■ **10.** Jeżeli Księżyc wschodzi w południe i zachodzi tegoż dnia o północy, to jest
A. w nowiu,
B. w pełni,
C. w pierwszej kwadrze,
D. w ostatniej kwadrze.
E. Sytuacja taka jest niemożliwa.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ **11.** W naczyniach 1, 2, 3 o kołowym przekroju poziomym znajdują się odpowiednio woda, olej i nafta (rysunek).



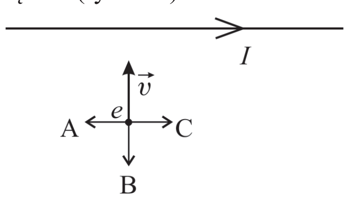
Objętości V_1, V_2, V_3 tych cieczy spełniają

A. $V_1 < V_2 < V_3$, **B.** $V_1 < V_2 = V_3$,
C. $V_1 > V_2 = V_3$, **D.** $V_1 = V_2 = V_3$,
E. $V_1 > V_2 > V_3$.

■ **12.** Kulka o objętości 30 cm³ i gęstości 850 kg/m³ pływa na granicy między wodą (gęstość 1000 kg/m³) a naftą (gęstość 800 kg/m³). Jaką objętość ma wyparta przez kulkę woda?

A. 0 cm³, **B.** 6 cm³, **C.** 7,5 cm³,
D. 22,5 cm³, **E.** 24 cm³.

■ **13.** Jak zwrócona jest siła Lorentza, działająca na elektron, zbliżający się do przewodu z prądem (rysunek)?

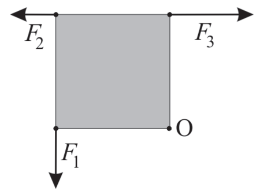


D. Od nas.
E. Do nas.

■ **14.** Iloczyn energii i czasu ma wymiar
A. siły, **B.** mocy,
C. pędu, **D.** momentu siły,
E. momentu pędu.

■ **15.** Mol gazu doskonałego, początkowo w warunkach normalnych, dwukrotnie zwiększa objętość. Aby gaz wykonał maksymalną możliwą pracę, proces powinien przebiegać
A. izobarycznie,
B. izotermicznie,
C. adiabatycznie.
D. Praca będzie zawsze taka sama.
E. Inna odpowiedź.

■ **16.** Sztywna kwadratowa płytka może obracać się wokół unieruchomionego wierzchołka O (rysunek).Działają na nią trzy siły o wartościach F_1, F_2, F_3. Aby płytka pozostawała w spoczynku, F_3 musi być równe
A. F_2,
B. $F_1 + F_2$,
C. $F_1 + \sqrt{2}F_2$,
D. $F_1 + \frac{1}{\sqrt{2}}F_2$,
E. F_1.

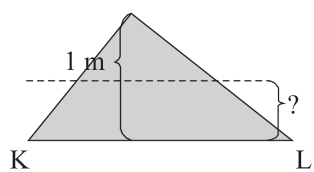


■ **17.** Pewnej nocy mieszkańcy Ekwadoru obserwują Księżyc w pełni, który o północy znajduje się dokładnie nad ich głowami. Między wschodem a zachodem Księżyca upływa tej nocy, z dokładnością do kilku minut,

A. 11 h, **B.** 1,5 h, **C.** 12 h,
D. 12,5 h, **E.** 13 h.

■ **18.** Trójkąt z blachy, którego każdy bok ma inną długość, a wysokość opuszczona na podstawę KL wynosi 1 m, chcemy przeciąć równolegle do podstawy KL na dwie części o równych masach. Odległość cięcia od podstawy KL powinna być równa

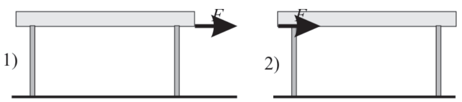
A. $\frac{1}{2}$ m, **B.** $\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$m,
C. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ m, **D.** $\frac{1}{3}$ m.
E. odległość zależy od proporcji między bokami trójkąta.



■ **19.** Gdy rzeczywisty przedmiot jest w punkcie X, soczewka wytwarza jego obraz O w punkcie Y. Zdarza się, że gdy rzeczywisty przedmiot umieścimy w punkcie Y, to ta sama soczewka, ustawiona w tym samym miejscu, wytworzy jego obraz w punkcie X. Jest tak

A. zawsze,
B. tylko (i wtedy zawsze), gdy soczewka jest skupiająca,
C. tylko (i wtedy zawsze), gdy O jest obrazem rzeczywistym,
D. tylko (i wtedy zawsze), gdy O jest obrazem pomniejszonym,
E. tylko (i wtedy zawsze), gdy O jest obrazem nieodwróconym.

■ **20.** Po podłodze przesuwamy stół, 1) ciągnąc, 2) pchając go poziomą siłą przyłożoną do krawędzi blatu, dokładnie na wysokości środka masy.



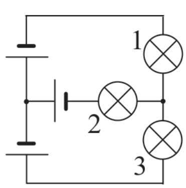
Każda z nóg stołu ma ten sam współczynnik tarcia o podłogę. Wartości sił tarcia o podłogę nóg przednich T_p i tylnych T_t (względem kierunku ruchu) spełniają

A. 1) i 2) $T_p = T_t$,
B. 1) i 2) $T_p > T_t$,
C. 1) i 2) $T_p < T_t$,
D. 1) $T_p > T_t$, 2) $T_p < T_t$,
E. 1) $T_p < T_t$, 2) $T_p > T_t$.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** . Żaróweczki są jednakowe, bateryjki także. Tak samo jasno świecą

A. wszystkie żaróweczki,
B. tylko 1 i 2,
C. tylko 2 i 3,
D. tylko 1 i 3.
E. Żadne dwie nie świecą tak samo jasno.



■ **22.** Cząstka o ładunku q poruszająca się z przyspieszeniem a wysyła falę elektromagnetyczną. Moc tego promieniowania wyraża się jednym z podanych niżej wzorów (μ_0- przenikalność magnetyczna próżni; c – prędkość światła). Którym?

A. . $\dfrac{\mu_0 q^2 a}{6\pi c}$ **B.** $\dfrac{\mu_0 q a^2}{6\pi c}$. **C.** $\dfrac{\mu_0 q a}{6\pi c}$.

D. $\dfrac{\mu_0 q^2 a^2}{6\pi c}$. **E.** $\dfrac{\mu_0 q^2 a^2}{6\pi c^2}$.

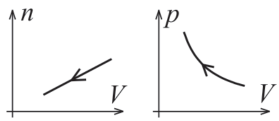
■ **23.** W szeregu promieniotwórczym uranu 238 po uranie (okres półrozpadu $4{,}5\cdot 10^9$ lat) występuje kilka izotopów krótkożyciowych i dopiero rad 226 ma okres półrozpadu około 1600 lat. Obecnie w złożach uranu ilość radu (gdy pominiemy zmiany spowodowane przez człowieka)

A. ,rośnie wykładniczo,
B. ,rośnie liniowo,
C. ,pozostaje w przybliżeniu stała,
D. ,maleje liniowo,
E. ,maleje wykładniczo z okresem półrozpadu około 1600 lat.

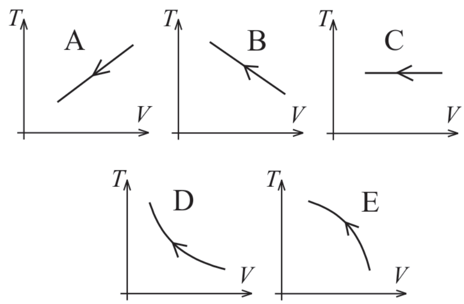
■ **24.** Ustawiono obok siebie dwa elektroskopy, umieszczono na obu główkach płytki cynkowe, naładowano jeden z elektroskopów dodatnio, a drugi przeciwnym ładunkiem ujemnym, po czym skierowano na jedną z płytek wiązkę promieniowania nadfioletowego. Zjawisko fotoelektryczne spowoduje rozładowanie się elektroskopu (opadnięcie listka), jednak tylko wtedy, gdy skierujemy wiązkę promieniowania na elektroskop

A. naładowany dodatnio, i tylko ten elektroskop się rozładuje,
B. naładowany ujemnie, i tylko ten elektroskop się rozładuje,
C. naładowany dodatnio, przy czym rozładują się wtedy oba elektroskopy,
D. naładowany ujemnie, przy czym rozładują się wtedy oba elektroskopy.
E. Zjawisko wystąpi niezależnie od tego, na który elektroskop skierujemy wiązkę.

■ **25.** Za pomocą tłoka możemy zmieniać objętość naczynia, możemy także zasysać lub wypuszczać gaz. Pracujemy z gazem doskonałym. Jeżeli liczba moli gazu n i ciśnienie p zależą od objętości V w sposób pokazany na wykresach:



to zależność temperatury T od V pokazuje poniżej wykres



■ **26.** Jaką maksymalnie pojemność zastępczą można uzyskać, łącząc szeregowo dwa kondensatory, jeśli ich połączenie równoległe daje pojemność zastępczą 4 μF?

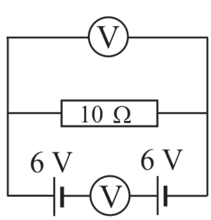
A. 0,25 μF. **B.** 0,5 μF.
C. 0,75 μF. **D.** 1 μF.
E. 2 μF.

■ **27.** Zmniejszenie natężenia dźwięku o połowę odpowiada obniżeniu poziomu natężenia o około

A. 0,5 dB **B.** 2 dB,
C. 3 dB, **D.** 5 dB,
E. 50 dB.

■ **28.** Co wskazują woltomierze, górny i dolny? Mierniki są idealne.

A. 0 V, 0 V.
B. 6 V, 6 V.
C. 12 V, 12 V.
D. 12 V, 0 V.
E. 0 V, 12 V.



■ **29.** Jakie przyspieszenie uzyska kosmonauta w stanie nieważkości w wyniku włączenia lasera o mocy światła 9 W? Masa kosmonauty (z laserem) to 100 kg.

A. $9\cdot10^{-2}$ m/s². **B.** $3\cdot10^{-8}$ m/s².
C. $3\cdot10^{-10}$ m/s². **D.** 10^{-16} m/s².
E. 10^{-18} m/s².

■ **30.** Na wąskiej krze lodowej o długości 50 m znajduje się 9 pingwinów chodzących nieustannie tam i z powrotem z prędkością 1 m/s. W chwili zero pingwiny są w równych, pięciometrowych odstępach od siebie i od końców kry. Gdy któryś pingwin dojdzie do końca kry, spada do wody, a gdy dwa się spotkają, odbijają się od siebie jak piłki, z prędkościami o tej samej wartości. Ile czasu może maksymalnie upłynąć do momentu, gdy wszystkie pingwiny znajdą się w wodzie?

A. 40 s. **B.** 45 s.
C. 90 s. **D.** 95 s.
E. Możliwe, że taki moment nigdy nie nastąpi.

Odpowiedzi

1-2 GIM.		3 GIM.		1 LIC.		2 LIC.		3 LIC.	
1	B	1	C	1	B	1	D	1	E
2	B	2	B	2	D	2	A	2	D
3	D	3	A	3	C	3	A	3	E
4	C	4	B	4	B	4	B	4	C
5	A	5	E	5	C	5	E	5	E
6	D	6	C	6	B	6	D	6	A
7	C	7	B	7	E	7	B	7	A
8	C	8	B	8	C	8	C	8	*
9	D	9	E	9	D	9	B	9	B
10	B	10	A	10	E	10	D	10	C
11	C	11	C	11	C	11	B	11	B
12	C	12	C	12	C	12	C	12	C
13	B	13	B	13	A	13	C	13	C
14	B	14	D	14	C	14	A	14	E
15	C	15	C	15	C	15	E	15	E
16	B	16	D	16	B	16	D	16	B
17	B	17	A	17	D	17	B	17	D
18	D	18	B	18	C	18	E	18	B
19	B	19	C	19	A	19	C	19	C
20	E	20	D	20	C	20	D	20	B
21	E	21	C	21	E	21	D	21	B
22	C	22	C	22	C	22	C	22	D
23	A	23	B	23	C	23	B	23	C
24	C	24	C	24	A	24	D	24	D
25	B	25	E	25	C	25	A	25	D
26	B	26	C	26	B	26	D	26	D
27	B	27	C	27	C	27	A	27	C
28	D	28	B	28	C	28	E	28	E
29	C	29	B	29	E	29	D	29	C
30	C	30	B	30	A	30	D	30	B

* - zadanie anulowano

Klasy 1–2 gimnazjum

■ **1.** Zawodnicy, którzy zapoznali się z zadaniami (i rozwiązaniami) Lwiątka 2011, mieli przy tym pierwszym zadaniu łatwiej – zeszłoroczne traktowało także o odstępie między konkursami. Liczba dni od poniedziałku do poniedziałku musi być podzielna przez 7, bo jest to całkowita liczba tygodni. Z liczb występujących w odpowiedziach podzielne przez 7 jest tylko 364. I rzeczywiście, jeśli na przykład, tak jak w tym roku, ostatnim poniedziałkiem marca jest 26, to w przyszłym roku będzie to 25 marca, o jeden dzień wcześniej niż odległy o 365 dni 26 marca. **Odpowiedź B**. W starszych klasach pytaliśmy o inne ewentualne rozmiary odstępu – jedynym poza 364 jest jeszcze tylko 371. Przypuśćmy, że przyszły rok jest nieprzestępny i że w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (będzie tak np. w roku 2013). Wtedy za 364 dni będzie 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: 31 marca, po 371 dniach od tegorocznego. Jeśli zaś przyszły rok jest przestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 (tak będzie np. w roku 2019) lub 26 marca (tak będzie np. w roku 2035), to za 364 dni będzie 23 lub 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: odpowiednio 30 lub 31 marca, także po 371 dniach od tegorocznego.

■ **2.** Cień jest najkrótszy wtedy, gdy Słońce jest najwyżej. **Odpowiedź B**.

■ **3. Odpowiedź D.** Musieliśmy uważać z propozycjami fałszywymi, bo pierścienie mają także Uran i Neptun, choć nie tak okazałe, jak Saturn.

■ **4. Odpowiedź C**. W czasach, które autorzy zadań dobrze pamiętają, roznoszone po domach szklane butelki z mlekiem nieraz zimą pękały, nawet już na klatkach schodowych (podobnie jak kaloryfery).

■ **5. Odpowiedź A**. Na to, które planety i księżyce w Układzie Słonecznym posiadają atmosferę, ma wpływ kilka czynników – jednym z nich, ale nie jedynym, jest natężenie grawitacji przy powierzchni. Inne czynniki to temperatura – cząsteczki o wyższej energii kinetycznej łatwiej uciekają w kosmos – i obecność „porywających” część atmosfery bliskich ciał niebieskich, np. Słońca. Obydwa te czynniki sprawiają, że np. bliski Słońca, gorący Merkury nie ma atmosfery, chociaż natężenie pola grawitacyjnego przy powierzchni ma mniej więcej takie jak Mars.

■ **6.** Gdy uderza jeden grzbiet, następny znajduje się o 4 s·12 m/s dalej, czyli o 48 m dalej. **Odpowiedź D**.

■ **7. Odpowiedź C**. Ten klasyczny przykład na rozszerzalność cieplną w technice powoli przestaje by aktualny, bo dzisiaj dominują już tory bezzłączowe (dawniej już stosowane na liniach tramwajowych). Jak to się robi, radzimy przeczytać pod adresem http://www.transport-szynowy.pl/torytramspawanie.php .

■ **8.** Większe koło ma od mniejszego dwa razy większy promień, a więc i dwa razy większy obwód. Przy obrocie bębnów na większy nawija się więc zawsze dwa razy tyle nitki, ile odwija się z mniejszego. **Odpowiedź C**.

■ **9.** Stosunek mas jest taki, jak stosunek pól, a te można zwyczajnie policzy na rysunku. Figura 1 ma pole sześciu kratek, a figura 2 –dziewięciu. **Odpowiedź D**.

■ **10.** Jeśli Księżyc wschodzi w momencie, gdy Słońce zachodzi, oznacza to, że znajduje się on po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce. Tak jak to pokazuje rysunek, w momencie zachodu Słońca i wschodu Księżyca (widok od strony bieguna północnego, rysunek drastycznie nie zachowuje proporcji, przykładowy obserwator jest w Polsce, ale to nie jest istotne). Wtedy z Ziemi widać całą oświetloną Słońcem stronę Księżyca – jest on w pełni. **Odpowiedź B**.

■ **11.** Piękne zdjęcie zaczerpnęliśmy z Wikipedii – ta sprężyna jest metalowa, ale kupić można także plastikowe. Widok sprężyny *slinky* schodzącej po schodach zapiera dech, a opis fizyczny tego zjawiska jest niezmiernie skomplikowany. W zadaniu chodziło jednak o prosty efekt, dotyczący każdej sprężyny, tylko wyraźniej widoczny w przypadku tak miękkiej, jak *slinky* – gdy powiesimy ją pionowo za górny koniec, rozciągnie się pod własnym ciężarem, a więc bardziej u góry, a mniej u dołu. **Odpowiedź C**.

■ **12.** Opona samochodu, owszem, jest dość sztywna, ale nie tak, by sztywność gumy dawała istotny wkład w podtrzymywanie sporej masy samochodu (przebitą oponę ciężar samochodu zgniata na „kapeć"). To, czemu bezpośrednio przeciwstawia się siła reakcji podłoża, to parcie gazu w oponie na wewnętrzną powierzchnię tej części opony, która styka się z asfaltem (czy inną nawierzchnią, rodzaj nie jest istotny). Parcie zaś to co do wartości iloczyn ciśnienia gazu i pola powierzchni styku. Przy niezmienionej masie samochodu, dwa razy większe ciśnienie oznacza dwa razy mniejszą powierzchnię styku, bo parcie powinno „wyjść" takie samo (dla stojącego samochodu parcie na powierzchnię 4 opon jest po prostu równe jego ciężarowi). **Odpowiedź C**.

■ **13.** Przywołajmy warunek równowagi dźwigni dwustronnej. Po obu stronach dźwigni iloczyn wartości siły i odległości jej punktu przyłożenia od osi dźwigni powinien być taki sam. Ta odległość to tzw. ramię siły (w przypadku, gdy siły działają prostopadle do dźwigni). Inaczej mówiąc, wartości sił muszą być w stosunku odwrotnym do ramion. Tutaj wartości sił są w stosunku 3 do 2. Podział 45 cm w stosunku 2:3 daje wartości 18 cm i 27 cm (dwie piąte i trzy piąte liczby 45). **Odpowiedź B**.

■ **14.** Ciężar *mg* rozkłada się równo na cztery odcinki nitki, podtrzymujące dwa niższe bloczki. **Odpowiedź B**.

■ **15.** Użyjmy tradycyjnej, choć już prawie zapomnianej konwencji, według której wymiar wielkości oznacza się kwadratowym nawiasem:

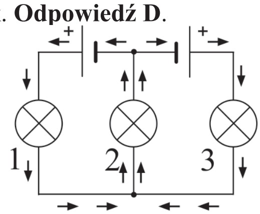
$$[\text{siła}\cdot\text{prędkość}] = \mathrm{N}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}\Big/ s$$

= [energia/czas]. **Odpowiedź C**.

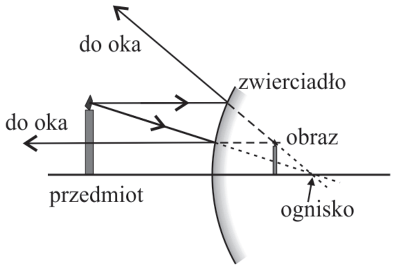
■ **16.** Gdy włożono klocek do wody, wylała się taka objętość wody, jaką zajmował klocek. Masa zmniejszyła się więc o masę wylanej wody, a za to doszła masa klocka. W rezultacie, masa wzrosła o tyle gramów, ile wynosi różnica między masą klocka, a masą wody wypełniającej taką objętość, jaką ma klocek. Gęstości klocka i wody różnią się o 1,7 g/cm^3, więc różnica 170 g powstanie przy objętości klocka równej 100 cm^3. **Odpowiedź B**.

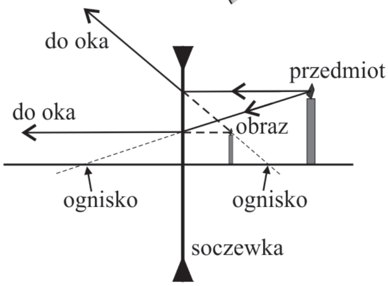
■ **17.** Największe ciepło właściwe ma ta substancja, którą „najtrudniej podgrzać" – która w opisanych procesach wykaże najwolniejszy wzrost temperatury. **Odpowiedź B**, tutaj wykres temperatury ma najmniejsze nachylenie, czyli wznosi się najwolniej.

■ **18.** Domyślamy się, że część uczestników jeszcze się w szkole o schematach nie uczyła, dlatego objaśniliśmy symbole. Poza tym liczyliśmy na potoczne wyobrażenia co do tego, jak płynie prąd: że płynie „w kółko" wzdłuż zamkniętych pętli obwodu. Tutaj mamy dwie takie pętle, dokładnie symetryczne (przy tym prądy płynące przez żarówkę 2 płyną dla obu pętli w tę samą stronę, więc się wzajemnie nie znoszą). W efekcie prąd płynie przez każdą z żarówek. **Odpowiedź D**.



■ **19. Odpowiedź B**. Zwierciadło płaskie wytwarza zawsze obraz tej samej wielkości. Również soczewka skupiająca i zwierciadło wklęsłe nie spełniają warunku polecenia, bo jeśli przedmiot umieścimy bliżej niż ognisko, to obraz będzie powiększony (o czym wie każdy, kto oglądał coś przez lupę albo przeglądał się we wklęsłym lusterku, by lepiej widzieć szczegóły twarzy). Natomiast zwierciadło wypukłe i soczewka rozpraszająca rzeczywiście wytwarzają obraz pomniejszony. Wiedza o tym może pochodzić, mamy nadzieję, także z codziennego doświadczenia (zwierciadła na rogach ulic, okulary krótkowidza). W nauce szkolnej objaśnia się mechanizm powstawania takich obrazów za pomocą konstrukcji, które pokazujemy na rysunkach.





Obrazy są pozorne, jak zresztą i w płaskim zwierciadle – oznacza to, że oko identyfikuje położenie obrazu na przedłużeniu promieni światła, jakie do oka wpadają, choć w rzeczywistości promienie nie mają tam swojego źródła.

■ **20.** Ciało pływa, a zatem wyparta przezeń ciecz ma masę taką samą jak to ciało: 30 g. Uważne przyjrzenie się skali menzurki pozwala ustalić objętość zanurzonej części ciała: 30 ml. W takim razie wypartej cieczy jest także 30 ml. Czyli 30 ml naszej cieczy ma masę 30 g. Gęstość cieczy to 1 g/ml, inaczej 1 g/cm^3. Taką gęstość, spośród podanych cieczy, ma woda. **Odpowiedź E**.

Umieściliśmy na menzurce dość drobną skalę, aby zaakcentować możliwość odczytu objętości wystarczająco precyzyjnego, aby ciecze udało się rozróżnić (kwestia delikatna zwłaszcza w przypadku oleju, którego niektóre gatunki mają gęstość tylko nieznacznie mniejszą niż woda – nasza skala powinna była, prawdę mówiąc, być nawet drobniejsza). Prawdziwe menzurki raczej tak drobnej skali nie posiadają. Dokładność dokonywanych za ich pomocą pomiarów byłaby stosunkowo mała i w naszym zadaniu niewystarczająca.

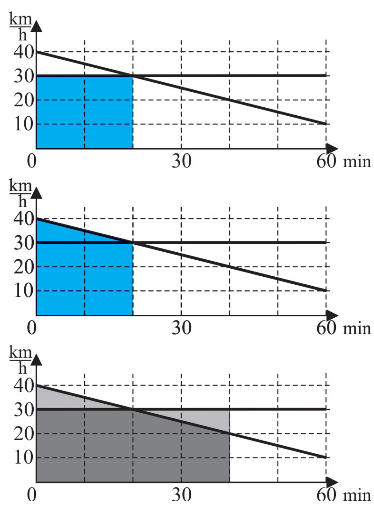
■ **21.** Ciśnienie u podstawy budynku jest większe od ciśnienia na wysokości 10 piętra o ciśnienie, jakie wywiera słup powietrza o wysokości 10 pięter, czyli 33 m. Ciśnienie słupa cieczy lub gazu oblicza się, mnożąc gęstość ρ przez przyspieszenie ziemskie g oraz wysokość słupa h, z grubsza jest to 1,2 kg/m^3·10 N/kg·33 m ≈ 400 N/m^2. **Odpowiedź E**. Dla baaardzo wysokich budynków taki rachunek przestaje być poprawny, bo gęstość powietrza maleje z wysokością.

■ **22.** Jednostką pędu – zgodnie z informacją w zadaniu – jest kg · m/s. Jednostką energii, zgodnie ze znanym wzorem na energię kinetyczną, jest kg · m^2/s^2. Jak widać, jednostkę taką jak pęd będzie miał iloraz energii i prędkości, jak w **odpowiedzi C**.

■ **23. Odpowiedź A**. I sposób: Woda działa na kulkę siłą wyporu, skierowaną w górę. Zgodnie z III zasadą dynamiki kulka działa na wodę (i w konsekwencji na wagę) siłą o tej samej wartości, skierowaną w dół – zanurzenie kulki spowoduje wzrost wskazań wagi. Siła wyporu jest tym większa, im większa jest objętość kulki (to wynika z prawa Archimedesa). Zatem waga pokaże więcej dla większej kulki.

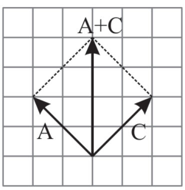
II sposób: Wskazanie wagi jest proporcjonalne do siły nacisku na jej szalkę, a ta siła jest równa sumie ciężaru szklanki i parcia wody na dno tej szklanki. Parcie wody na tę samą powierzchnię jest tym większe, im wyższe jest ciśnienie wody, a więc wysokość jej słupa. Woda sięga najwyżej w szklance 3 a najniżej w 1.

■ **24.** Z opisu jazdy wynika, że pozioma prosta to wykres prędkości Pawła, a pochyła – Gaw-

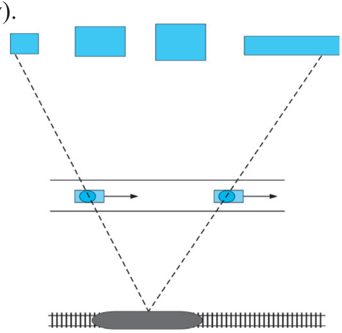


ła. Droga przebyta przez rowerzystę może być obliczona jako pole pod wykresem jego prędkości. Na przykład w ciągu pierwszych 20 minut Paweł przejechał 30 km/h mnożone przez 1/3 h, co daje 10 km – obliczyliśmy pole prostokąta. Gaweł – tutaj obliczamy pole trapezu – przejechał w tym czasie (40+30)/2 = 35 km/h mnożone przez 1/3 h, co daje jedenaście i dwie trzecie kilometra. Wyprzedzenie nastąpiło w momencie, gdy drogi obu rowerzystów się zrównały. Nawet bez obliczania widać, że prostokąt Paweł i trapez Gawła mają równe pola, gdy rozciągają się do chwili 40 minut. **Odpowiedź C**.

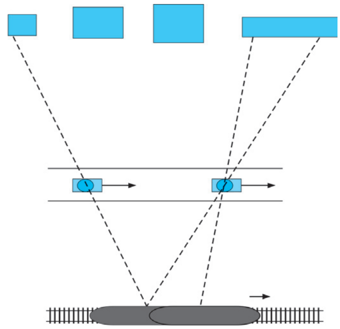
■ **25.** Także to zadanie wykracza poza obecny program gimnazjalny, więc skierowane było do tych, którzy, przygotowując się do Lwiątka, dowiadują się więcej. Siły A i C ciągną w górę jak podwojona siła B (rysunek), ale D ciągnie w dół tak mocno, jak jedno B. Ostatecznie siły A, C i D ciągną w górę jak jedno B – siła B jest ich wypadkową. **Odpowiedź B**.



■ **26.** Problem dotyczy tzw. zjawiska paralaksy. Wyobraź sobie, że siedzisz w pociągu, który akurat się zatrzymał. Wzdłuż torów jedzie szosą samochód. Na tle odległych domów będzie się szybko przesuwał (rysunek, widok z góry).



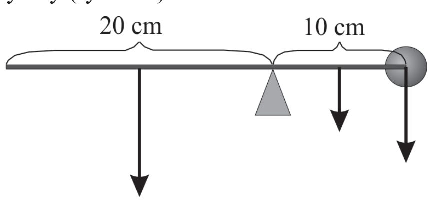
Jeśli jednak pociąg też jedzie w tę samą stronę, przesuwanie się samochodu na tle domów będzie wolniejsze (rysunek).



A gdyby pociąg i samochód jechały w przeciwne strony, ruch pociągu przyspieszyłby przesuwanie się samochodu na tle domów.
Sytuacja opisana w zadaniu jest analogiczna: samochodem jest satelita, domy to gwiazdy, a pociągiem jest obracająca się Ziemia (z pasażerem – mieszkańcem Ekwadoru). Na równiku prędkość jej obrotu to ok. 0,5 km/s, z zachodu na wschód. Typowa prędkość satelitów jest o wiele większa, więc nasz „pociąg” porusza się dużo wolniej od „samochodu”.
W tę samą stronę co „pociąg” porusza się satelita B, w przeciwną – satelita A. Ruch Ziemi zatem spowalnia przesuwanie się na tle gwiazd satelity B, a przyspiesza satelity A. Sądzimy, że uczestnik konkursu w tym momencie nie ma już wątpliwości i wybiera **odpowiedź B**.
To, co przedstawiliśmy do tej pory, to ciąg skojarzeń, który umożliwia stosunkowo szybkie trafienie we właściwą odpowiedź. Nie kończymy naszego rozwiązania w tym miejscu, bo pewne subtelności nadal wymagają wyjaśnienia. Przede wszystkim co z satelitami C i D? Gdyby kontynuować analogię z pociągiem i domami, zamiast samochodu musiałby być np. wznoszący się pionowo balonik. Ruch pociągu spowoduje, że przesuwanie się balonika na tle domów zrobi się ukośne i przez nieco szybsze, niż gdy pociąg stoi. Satelity C i D z powodu ruchu Ziemi też są na tle gwiazd „przyspieszone” – nasze trafienie w odpowiedź B wydaje się celne.
Ale to nie koniec subtelności. Czy satelita musi mieć prędkość większą niż 0,5 km/s? Bo przecież gdy samochód porusza się sporo wolniej niż pociąg (w tę samą stronę), na tle domów może w ogóle przesuwać się w stronę przeciwną! A przy pewnym stosunku prędkości „stać w miejscu”, stale na tle tego samego domostwa.

Zacznijmy od uwagi, że domy nie są w tym momencie dobrą analogią gwiazd – gwiazdy są w ogromnej odległości, lepszym skojarzeniem będzie zachodzące Słońce. Jak szybko powinien jechać samochód, by pasażer pociągu widział go stale na tle zachodzącego Słońca? Ano tak samo szybko, jak pociąg!
Gdyby zatem satelita B miał prędkość na orbicie 0,5 km/s, byłoby go widać stale na tle tych samych gwiazd. Taka orbita byłaby dużo dalsza, niż orbita Księżyca, normalnie satelity są dużo bliżej, a im bliżej, tym większa jest ich prędkość na orbicie. Bądźmy jednak uparci – co z satelitami tak dalekimi, że ich prędkość na orbicie jest mniejsza niż 0,5 km/h? Zmieni się tylko to, że teraz satelita B, choć okrąża Ziemię z zachodu na wschód, będzie się przesuwał na tle gwiazd ze wschodu na zachód. Czyli tak jak A, jednak dużo wolniej (i wolniej niż C i D). Odpowiedź B pozostaje w mocy. Gdyby Ziemia miała tak daleki księżyc, to przesuwałby się na tle gwiazd przeciwnie do naszego Księżyca, choć obiegałby Ziemię w tym samym co on kierunku.

■ **27.** Sposób I: Niech m oznacza masę kulki. Zadanie jest trudniejsze od 13. bo tu mamy trzy siły (rysunek):



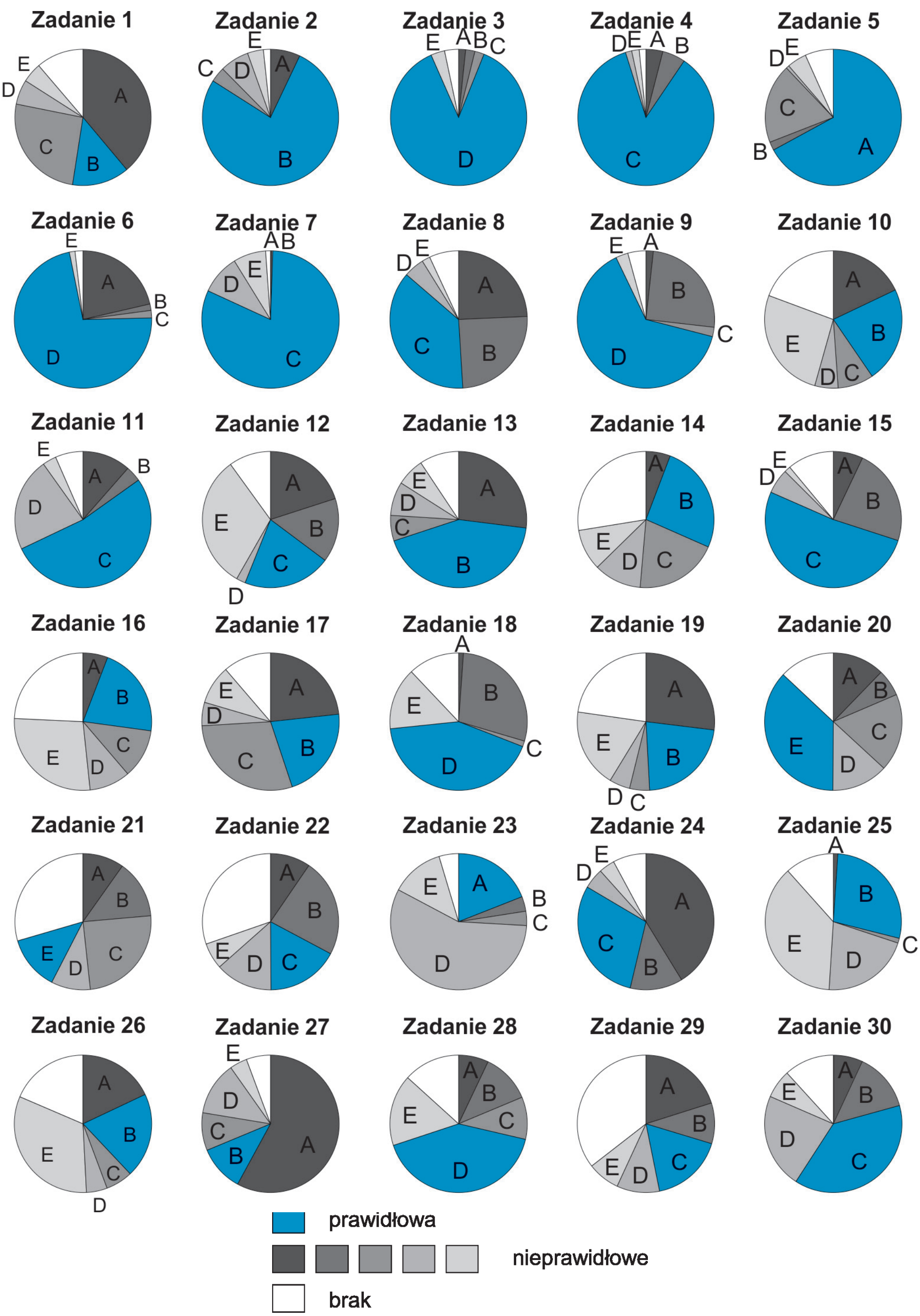
• po lewej ciężar dwóch trzecich pręta – ta siła będzie zaczepiona w połowie tego odcinka pręta, czyli w odległości 10 cm od osi. Wartość siły to 0,2 kg · g, gdzie g oznacza przyspieszenie ziemskie. Ramię siły to 10 cm.
• po prawej ciężar jednej trzeciej pręta – ta siła będzie zaczepiona w połowie tego odcinka pręta. Wartość siły to 0,1 kg · g, ramię 5 cm. Taki sam efekt miałaby siła 0,05 kg·g o ramieniu 10 cm.
• oraz też po prawej ciężar kulki – wartość siły to mg, ramię 10 cm.
Ostatecznie równowaga jest między siłami o tym samym ramieniu 10 cm: po lewej siła o wartości 0,2 kg·g, po prawej dwie siły o łącznej wartości (0,05 kg + m) ·g. Stąd m = 0,15 kg. **Odpowiedź B**.

Sposób II, także w oparciu o prawo dźwigni. Jak widać na rysunku przy treści zadania, po obu stronach punktu podparcia mamy odcinki pręta długości dziesięciu centymetrów, ale po lewej stronie jest jeszcze drugie, zewnętrzne dziesięć centymetrów i ten właśnie kawałek pręta powinien zostać zrównoważony przez kulkę. Ponieważ środek tego kawałka znajduje się półtora raza dalej od punktu podparcia niż kulka, więc kulka musi być od tego kawałka półtora raza cięższa. Skoro ⅓ pręta waży 100 g, to kulka powinna ważyć 150 g. **Odpowiedź B**.

■ **28.** Gdy lwiątko mijało metę, kangur znajdował się 8 m/s·30 s = 240 m za nim. Przewaga lwiątka rosła z prędkością 2 m/s, zatem 240 metrów wyniosła po 120 sekundach biegu. **Odpowiedź D**.

■ **29.** Wskutek działania siły tarcia klocek stracił całą swą energię kinetyczną. Praca wykonana przez siłę tarcia jest więc równa początkowej energii kinetycznej krążka, czyli 0,16 kg · (20 m/s)^2/2 = 32 J. Taką pracę na drodze 50 m wykonałaby stała siła o wartości 0,64 N. **Odpowiedź C**.

■ **30.** Tutaj, na najniższym poziomie Lwiątka, na krze są tylko dwa pingwiny, aby możliwe było rozwiązanie metodą analizy ich różnych początkowych konfiguracji: Jeśli oba idą w tę samą stronę, to ten z przodu spadnie po 5 s, drugi po 10 s. Jeśli idą w przeciwne strony i od siebie, oba spadną po 5 s. Jeśli idą ku sobie, odbiją się na środku kry po 2,5 s i następnie dojście do końców kry zajmie im 7,5 s, razem 10 s. **Odpowiedź C**.
W wyższych klasach pingwinów było więcej i tam oczekiwaliśmy już innej, chytrzejszej metody: odbijanie się pingwinów od siebie skutkuje taką samą zmianą ich układu na krze, jak gdyby zwyczajnie przez siebie przenikały, wszak tożsamość pingwinów nie ma znaczenia. Dlatego maksymalny czas to czas najdłuższej możliwej wędrówki pojedynczego pingwina, tak jakby tylko on jeden znajdował się na krze. Jest to czas przejścia ze skrajnego położenia ku przeciwnemu końcowi kry. Tutaj odległemu o 10 metrów.


Zadanie 1
Zadanie 2
Zadanie 3
Zadanie 4
Zadanie 5
Zadanie 6
Zadanie 7
Zadanie 8
Zadanie 9
Zadanie 10
Zadanie 11
Zadanie 12
Zadanie 13
Zadanie 14
Zadanie 15
Zadanie 16
Zadanie 17
Zadanie 18
Zadanie 19
Zadanie 20
Zadanie 21
Zadanie 22
Zadanie 23
Zadanie 24
Zadanie 25
Zadanie 26
Zadanie 27
Zadanie 28
Zadanie 29
Zadanie 30
prawidłowa
nieprawidłowe
brak

Klasy 3 gimnazjum

■ **1.** Zawodnicy, którzy zapoznali się z zadaniami (i rozwiązaniami) Lwiątka 2011, mieli przy tym pierwszym zadaniu łatwiej – zeszłoroczne traktowało także o odstępie między konkursami. Liczba dni od poniedziałku do poniedziałku musi być podzielna przez 7, bo jest to całkowita liczba tygodni. Z liczb występujących w odpowiedziach podzielne przez 7 jest tylko 364. I rzeczywiście, jeśli na przykład, jak w tym roku, ostatnim poniedziałkiem marca jest 26, to w przyszłym roku będzie to 25 marca, o jeden dzień wcześniej niż odległy o 365 dni 26 marca. **Odpowiedź C**. W starszych klasach pytaliśmy o inne ewentualne rozmiary odstępu – jedynym poza 364 jest jeszcze tylko 371. Przypuśćmy, że przyszły rok jest nieprzestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (będzie tak np. w roku 2013). Wtedy za 364 dni będzie 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: 31 marca, po 371 dniach od tegorocznego. Jeśli zaś przyszły rok jest przestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (tak będzie np. w roku 2019) lub 26 marca (tak będzie dopiero w roku 2035), to za 364 dni będzie 23 lub 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: odpowiednio 30 lub 31 marca, także po 371 dniach od tegorocznego.

■ **2.** Gdyby nie było soczewki S, to promienie biegnące w prawo skupiłyby się bliżej, a więc soczewka zmniejszyła ich zbieżność, odchyliła je na zewnątrz w stosunku do osi optycznej, jest to więc soczewka rozpraszająca. Dla promieni biegnących w lewo działanie rozpraszające soczewki jest widoczne na pierwszy rzut oka. **Odpowiedź B**.

■ **3.** To warto po prostu wiedzieć. **Odpowiedź A**. Komety okrążają Słońce po bardzo wydłużonych orbitach i w większości są to bardzo małe ciała niebieskie zbudowane głównie z lodu. Tylko niewielka część takiej orbity leży w pobliżu Słońca i dopiero wtedy zaczynamy widzieć kometę, gdy się do Słońca dostatecznie zbliży. Blisko Słońca lód paruje, wskutek czego traci ona część materii. Ciśnienie słonecznego promieniowania sprawia, że oderwane drobne kawałki komety i odparowane składniki lotne, przede wszystkim para wodna, odchylają się w kierunku od Słońca, tworząc widoczny z daleka charakterystyczny warkocz. Zarówno jądro komety, jak i jej warkocz świecą odbitym światłem słonecznym, warkocz gazowy może też świecić pod wpływem nadfioletowego promieniowania Słońca.

■ **4. Odpowiedź B**. Wstrząsy grożące podczas transportu to przede wszystkim wstrząsy pionowe. Gdyby szyby leżały poziomo, byłyby zginane i mogłyby pękać. Duża szyba ugina się już pod własnym ciężarem, zatem i z tego powodu pozycja pionowa jest bezpieczniejsza.

■ **5.** Wypadkowa siła parcia ze strony wody to nic innego, jak dobrze poznana w szkole (i w wannie) siła wyporu. Jak wiemy (a stwierdza to prawa Archimedesa), siła wyporu jest skierowana ku górze i ma wartość równą ciężarowi cieczy wypartej przez ciało. Klocki mające równe objętości wypierają jednakowe ilości wody, więc na każdy działa taka sama siła wyporu. **Odpowiedź E**.

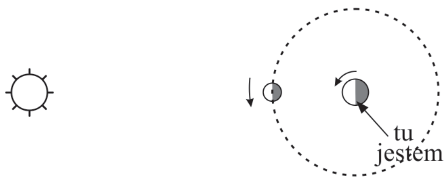
■ **6. Odpowiedź C** jest po prostu definicją ogniska soczewki.

■ **7.** Przy obrocie bębnów na większy nawija się zawsze dwa razy tyle nitki, ile odwija się z mniejszego. **Odpowiedź B**.

■ **8.** Twarz człowieka jest źródłem promieniowania cieplnego, które podobnie do światła odbija się od zwierciadeł. **Odpowiedź B**. Warto przekonać się na własnej skórze!

■ **9.** W zadaniu dany jest i przedmiot, i obraz, nie musimy więc sprawdzać, czy obraz narysowano prawidłowo. Skoro O jest obrazem strzałki, wszystkie promienie wychodzące z podstawy strzałki powinny przejść przez podstawę jej obrazu, wszystkie promienie wychodzące z punktu w jednej trzeciej wysokości – przez punkt w jednej trzeciej jej obrazu, a wszystkie promienie wychodzące z jej ostrza – przez ostrze w jej obrazie. Na schemacie warunek ten jest spełniony przez wszystkie promienie. **Odpowiedź E**. Natomiast tylko promień A jest jednym z tych, których używa się wygodnie do konstrukcji obrazu. Prowadząc inny z takich promieni – od ostrza strzałki poziomo i za soczewką wprost do ostrza obrazu – dowiedzielibyśmy się, że ogniskowa soczewki to 6 kratek.

■ **10.** Jeśli Księżyc wschodzi i zachodzi razem ze Słońcem, oznacza to, że znajduje się on po tej samej stronie Ziemi co Słońce. Tak jak to pokazuje rysunek, w momencie zachodu Słońca i Księżyca (widok od strony bieguna północnego, przykładowy obserwator jest w Polsce, ale to nie jest istotne; rysunek drastycznie nie zachowuje proporcji). Wtedy z Ziemi nie widać oświetlonej Słońcem strony Księżyca – jest on w nowiu. **Odpowiedź A**.

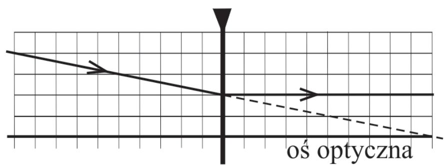


■ **11.** Najmniejsze ciepło właściwe ma ta substancja, którą „najłatwiej podgrzać" – czyli ta, która w opisanych procesach wykaże najszybszy wzrost temperatury. **Odpowiedź C**, tutaj wykres temperatury ma największe nachylenie, czyli wznosi się najszybciej.

■ **12.** III zasada dynamiki mówi, że siła, z jaką Słońce działa na Ziemię, ma tę samą wartość (i kierunek, a przeciwny zwrot) co siła, z jaką Ziemia działa na Słońce. **Odpowiedź C**. Zauważmy, że prawo powszechnego ciążenia, określające wspólną wartość obu sił $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ (G – stała grawitacyjna, m_1, m_2 – masy Słońca i Ziemi, r – ich odległość), jest zgodne z tą zasadą: iloczyn $m_1 \cdot m_2$ nie zmienia się, gdy ciała 1 i 2 zamienimy miejscami, więc prawo to daje taką samą wartość siły przyciągania ciała 1 przez 2, jak ciała 2 przez 1.

■ **13.** Jednostka ciśnienia to N/m^2, jednostka objętości to m^3, więc ich iloczyn to $N{\cdot}m$, a to jest dżul (J) – jednostka pracy. **Odpowiedź B**.

■ **14.** Ogniskowa soczewek rozpraszających jest ujemna – ogniska soczewki są pozorne: równoległa wiązka promieni po przejściu przez soczewkę zmienia się w wiązkę rozproszoną tak, jakby wychodziła z jednego punktu – właśnie z ogniska. Tak byłoby w naszym przypadku, gdyby odwrócić bieg promienia. Położenie ogniska pozornego znajdziemy więc, przedłużając nasz promień wchodzący aż do przecięcia z osią optyczną. Jak widać, leży ono w odległości 10 kratek, czyli 0,2 m, od soczewki (rys.).



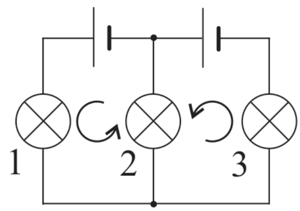
Zdolność skupiająca to odwrotność odległości ogniskowej. Ogniskowej -0,2 m odpowiada więc zdolność skupiająca $\frac{1}{-0,2\,\mathrm{m}} = -5\frac{1}{\mathrm{m}} = -5\mathrm{D}$. **Odpowiedź D**.

■ **15.** Oko krótkowidza ma za dużą zdolność skupiającą w stosunku do swej głębokości, tak że obraz dalekich przedmiotów powstaje za płytko – przed siatkówką. Aby tę zdolność skupiającą zmniejszyć, krótkowidz potrzebuje okularów z soczewkami rozpraszającymi. **Odpowiedź C**.

■ **16.** Skoro w wodzie kulka pływa zanurzona do połowy, to siła wyporu, czyli co do wartości ciężar wody wypartej przez połowę kulki, jest równa ciężarowi całej kulki. Zatem kulka ma gęstość dwa razy mniejszą od wody, czyli 500 kg/m^3. Po dolaniu oleju kulka na pewno wypłynie na powierzchnię, ale w oleju będzie zanurzona głębiej niż do połowy (dokładnie – zanurzone będzie 5/8 kulki), bo lżejszego oleju trzeba wyprzeć więcej (objętościowo), aby jego ciężar był równy ciężarowi kulki. **Odpowiedź D**.

■ **17.** Czas między kolejnymi stuknięciami, czyli okres, to l/v. Częstotliwość to odwrotność okresu, jest więc równa v/l. **Odpowiedź A**.

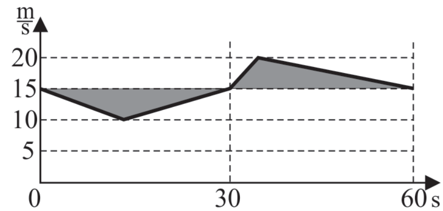
■ **18. Odpowiedź B**. Można ją objaśnić albo w sposób „uczony”: żaróweczka 2 włączona jest pomiędzy punkty o takim samym potencjale, albo w sposób bardziej poglądowy: nasz obwód składa się z dwóch „oczek”, w których prądy krążą identycznie, przez co w żaróweczce 2 prądy z obu oczek znoszą się do zera.



■ **19.** Obraz powstający w zwierciadle płaskim jest pozorny niezależnie od odległości przedmiotu od zwierciadła. To samo dotyczy zwierciadła wypukłego i soczewki rozpraszającej. Natomiast soczewka skupiająca i zwierciadło wklęsłe wytwarzają obraz rzeczywisty, gdy przedmiot znajduje się od nich dalej niż ognisko. **Odpowiedź C**.

■ **20.** Lewy gwóźdź na pewno naciska na listwę siłą 20 N skierowaną w dół, bo inaczej listwa obróciłaby się wokół prawego gwoździa. W sumie z siłą przyłożoną na prawym końcu listwy daje to siłę 40 N skierowaną w dół. Aby listwa pozostała w spoczynku, siła nacisku prawego gwoździa na listwę musi mieć wartość 40 N i być skierowana do góry. Siły, z jakimi listwa naciska na gwoździe, mają – zgodnie z III zasadą dynamiki – te same wartości co odpowiednie siły nacisku gwoździ na listwę. **Odpowiedź D**.

■ **21.** Droga jest równa polu pod wykresem prędkości. Nietrudno zauważyć, że trójkąty



zakreskowane na rysunku mają jednakowe podstawy (30) i wysokości (5), mają więc równe pola. Stąd pole pod wykresem jest równe polu prostokąta o bokach 60 i 15, a więc – w jednostkach wykresu – wynosi 900. **Odpowiedź C**.

■ **22.** Aby rozwiązać to zadanie, nie musimy niczego wiedzieć o wietrze, wystarczy sprawdzić, który z wymienionych wzorów przedstawia wielkość wyrażaną w jednostkach mocy, czyli watach (W). Wyraźmy wat przez jednostki podstawowe:

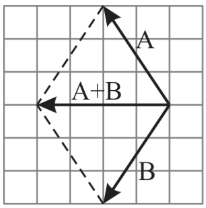
$$\mathrm{W} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^3}.$$ Wiedząc,

że jednostką gęstości jest $\mathrm{kg/m^3}$, jednostką prędkości m/s, a jednostką powierzchni $\mathrm{m^2}$, zauważamy, że tylko prędkość ma w sobie sekundy, trzeba więc podnieść ją do potęgi trzeciej. To decyduje o wyborze **odpowiedzi C**. Łatwo sprawdzić, że i pozostałe jednostki podstawowe – kilogram i metr – występują w tej odpowiedzi we właściwych potęgach.

■ **23.** Szalki 2 i 3 wraz z wodą w szklance dźwigają również cały ciężar swoich kulek (bo nitki 2 i 3 są luźne). Skoro kulki mają jednakowe objętości, to kulka 2 jest na pewno cięższa od 3, bo kulka 2 tonie, a 3 pływa. Zatem $w_3 < w_2$. Porównajmy teraz wskazania wag 1 i 3. Siła nacisku na każdą z szalek to suma ciężaru wody i szklanki oraz siły, z jaką kulka naciska na wodę. Ciężary szklanek i wody są jednakowe. Natomiast siła nacisku kulki na wodę ma – zgodnie z zasadą akcji i reakcji – tę samą wartość co siła wyporu, a przeciwny do niej zwrot. Ponieważ kulka 3 jest zanurzona częściowo, a 1 całkowicie, na kulkę 3 działa mniejsza siła wyporu niż na

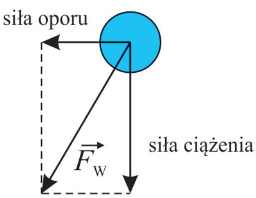
1. Stąd $w_3 < w_1$. To wystarczy już, by wybrać **odpowiedź B**. Zauważmy jeszcze, że siły wyporu działająca na kulkę 1 i 2 są takie same, ale dodatkowy ciężar, jaki dźwiga szklanka 2, jest co najmniej taki, jak siła wyporu, bo ta kulka jest na dnie i być może na dno naciska. Stąd $w_1 \leq w_2$, co potwierdza nasz wybór odpowiedzi.

■ **24.** To zadanie wykracza poza obecny program gimnazjalny, więc skierowane było do tych, którzy, przygotowując się do Lwiątka, dowiadują się więcej. Siły A i B potraktowane łącznie ciągną w lewo jak siła o wartości czterech kratek.



Jeśli teraz uwzględnimy D ciągnącą w prawo „na trzy kratki", otrzymamy w efekcie siłę ciągnącą w lewo, ale tylko „jednokratkową". Ostatecznie siły A, B i D ciągną w lewo jak C – siła C jest ich wypadkową. **Odpowiedź C**.

■ **25.** Przyspieszenie ma kierunek i zwrot siły wypadkowej $\vec{F_w}$ i wartość F_w/m (m – masa piłki). Obliczmy tę siłę. W najwyższym punkcie toru prędkość piłki jest skierowana poziomo, więc siła oporu powietrza jest również pozioma. Oprócz niej, na piłkę działa tylko siła ciążenia, która jest skierowana pionowo (rysunek).



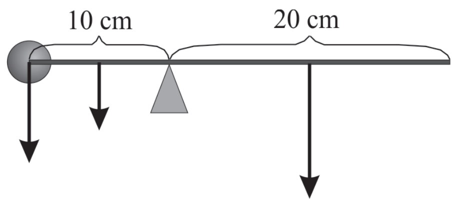
Wartość siły wypadkowej dostaniemy więc korzystając z twierdzenia Pitagorasa $F_w = \sqrt{(3\,\text{N})^2 + (0{,}4\,\text{kg}\cdot 10\,\text{m/s}^2)^2} = 5\,\text{N}$, co daje przyspieszenie $\frac{5\,\text{kg}\cdot\text{m/s}^2}{0{,}4\,\text{kg}} = 12{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Odpowiedź E.

■ **26.** Klasyczna zasada bilansu cieplnego mówi „ciepło pobrane jest równe ciepłu oddanemu". Zauważmy, że ten bilans dla dwóch kostek wrzuconych razem wygląda identycznie, jak dla dwóch kostek wrzucanych kolejno, tzn. tak, że drugą wrzucamy dopiero, gdy pierwsza spełni swe zadanie obniżenia temperatury o 8 ºC. Wtedy zadanie drugiej polega na studzeniu większej ilości wody, niż to robiła pierwsza – wszak także z pierwszej już powstała woda. A zatem studzący efekt drugiej kostki będzie słabszy, niż pierwszej. **Odpowiedź C**.

Można mieć wątpliwości, czy ta odpowiedź obejmuje także przypadki, gdy końcowa temperatura po dwóch lub nawet już po pierwszej kostce wynosi 0 ºC. Otóż tak, wtedy efekt studzący drugiej jest jeszcze słabszy, bo nie cała się roztapia.

■ **27.** Sposób I. Niech m oznacza masę pręta. Przypomnijmy warunek równowagi dźwigni dwustronnej: po obu stronach dźwigni iloczyn wartości siły i odległości punktu jej zaczepienia od osi dźwigni powinien być taki sam. Ta odległość to tzw. ramię siły (w przypadku, gdy siły są prostopadłe do dźwigni). Trudność zadania pochodzi stąd, że tu mamy jednak trzy siły.



• po prawej ciężar dwóch trzecich pręta – ta siła będzie zaczepiona w połowie tego odcinka pręta, czyli w odległości 10 cm od osi. Wartość siły to $(2m/3)\cdot g$, gdzie g oznacza przyspieszenie ziemskie. Ramię siły to 10 cm.

• po lewej ciężar jednej trzeciej pręta – ta siła będzie zaczepiona w połowie tego odcinka pręta. Wartość siły to $(m/3)\cdot g$, ramię 5 cm. Taki sam efekt miałaby siła $(m/6)\cdot g$ o ramieniu 10 cm.

• oraz też po lewej ciężar kulki – wartość siły to $0{,}15\ \text{kg}\cdot g$, ramię 10 cm.

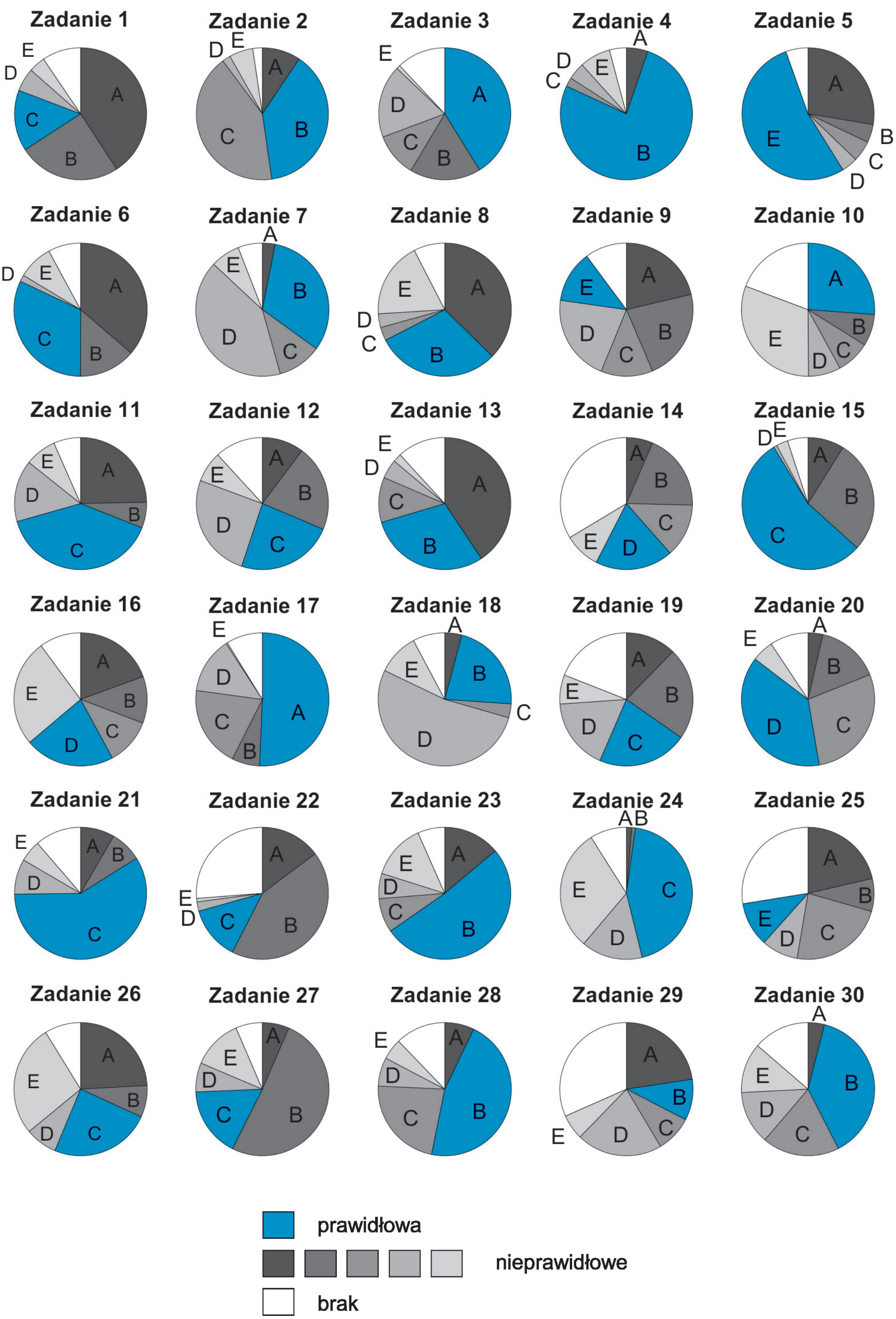
Ostatecznie równowaga jest między siłami o tym samym ramieniu 10 cm: po prawej siła o wartości $(2m/3)\cdot g$, po prawej dwie siły o łącznej wartości $(m/6 + 0{,}15\ \mathrm{kg})\cdot g$. Stąd $m = 0{,}3$ kg. **Odpowiedź C**.

Sposób II, także w oparciu o prawo dźwigni. Jak widać na rysunku, po obu stronach punktu podparcia mamy odcinki pręta długości dziesięciu centymetrów, ale po prawej stronie jest jeszcze drugie, zewnętrzne dziesięć centymetrów i ten właśnie kawałek pręta powinien zostać zrównoważony przez kulkę. Ponieważ środek tego kawałka znajduje się półtora raza dalej od punktu podparcia niż kulka, więc kulka musi być od tego kawałka półtora raza cięższa. Skoro kulka waży 150 g, to ⅓ pręta powinno ważyć 100 g, a cały pręt 300 g. **Odpowiedź C**.

■ **28.** Gdy lwiątko mijało metę, kangur znajdował się 8 m/s·30 s = 240 m za nim. Przewaga lwiątka rosła z prędkością 2 m/s, zatem 240 metrów wyniosła po 120 sekundach biegu. Kangur biegł jeszcze przez 30 s, zatem łącznie 150 s. **Odpowiedź B**.

■ **29.** Gdyby nie opór powietrza, energia kinetyczna spadochroniarza po 1000 m byłaby równa różnicy wartości grawitacyjnej energii potencjalnej pomiędzy początkowym i końcowym punktem lotu, czyli 80 kg · 10 N/kg · 1000 m = 800 000 J. Jednak z powodu hamowania lotu energia kinetyczna po 1000 m lotu wynosi tylko $80\ \mathrm{kg}\cdot(50\ \mathrm{m/s})^2/2 = 100\ 000$ J Praca wykonana przez siłę oporu to zatem 700 000 J. Taką pracę na drodze 1000 m wykonałaby stała siła o wartości 700 N. **Odpowiedź B**.

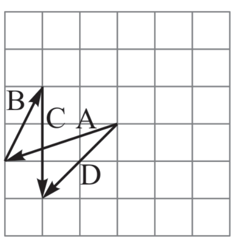
■ **30.** Gdy na krze są tylko trzy pingwiny, możliwe jest rozwiązanie metodą analizy ich różnych początkowych konfiguracji:
• Jeśli wszystkie idą w te samą stronę, to ten z przodu spadnie po 5 s, drugi po 10 s, a trzeci po 15 s.
• Jeśli dwa skrajne idą w przeciwne strony i od siebie, oba spadną po 5 s, a środkowy po 10 s.
• Jeśli dwa skrajne idą ku sobie, jeden z nich odbije się od środkowego po 2,5 s i spadnie do wody po kolejnych 7,5 s; drugi odbije się od środkowego po 5 s od chwili zero i oba spadną do wody po kolejnych 10 s;
• Jeśli dwa skrajne idą w tę samą stronę, a środkowy w przeciwną, to jeden ze skrajnych spadnie do wody po 5 s, a drugi odbije się od środkowego po 2,5 s i spadnie do wody po kolejnych 7,5 s, środkowy zaś po 12,5 s. **Odpowiedź C**.
W wyższych klasach pingwinów było więcej i tam oczekiwaliśmy już innej, chytrzejszej metody: odbijanie się pingwinów od siebie skutkuje taką samą zmianą ich układu na krze, jak gdyby zwyczajnie przez siebie przenikały, wszak tożsamość pingwinów nie ma znaczenia. Dlatego maksymalny czas to czas najdłuższej możliwej wędrówki pojedynczego pingwina, tak jakby tylko on jeden znajdował się na krze. Jest to czas przejścia ze skrajnego położenia ku przeciwnemu końcowi kry. Tutaj odległemu o 15 metrów.


Zadanie 1
Zadanie 2
Zadanie 3
Zadanie 4
Zadanie 5
Zadanie 6
Zadanie 7
Zadanie 8
Zadanie 9
Zadanie 10
Zadanie 11
Zadanie 12
Zadanie 13
Zadanie 14
Zadanie 15
Zadanie 16
Zadanie 17
Zadanie 18
Zadanie 19
Zadanie 20
Zadanie 21
Zadanie 22
Zadanie 23
Zadanie 24
Zadanie 25
Zadanie 26
Zadanie 27
Zadanie 28
Zadanie 29
Zadanie 30
prawidłowa
nieprawidłowe
brak

Klasy I liceum i technikum

■ **1.** Zawodnicy, którzy zapoznali się z zadaniami (i rozwiązaniami) Lwiątka 2011, mieli przy tym pierwszym zadaniu łatwiej – zeszłoroczne traktowało także o odstępie między konkursami. Liczba dni od poniedziałku do poniedziałku musi być podzielna przez 7, bo jest to całkowita liczba tygodni. Z liczb występujących w odpowiedziach podzielne przez 7 są 357, 364 i 371. Wybór pomiędzy nimi wymaga dokładniejszego zbadania problemu. „Typowym" rozmiarem jest 364 dni. Rzeczywiście, jeśli na przykład, jak w tym roku, ostatnim poniedziałkiem marca jest 26, to w przyszłym roku będzie to 25 marca, o jeden dzień wcześniej niż odległy o 365 dni 26 marca. Ale jest inny wariant. Przypuśćmy, że przyszły rok jest nieprzestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (będzie tak np. w roku 2013). Wtedy za 364 dni będzie 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: 31 marca, po 371 dniach od tegorocznego. Jeśli zaś przyszły rok jest przestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (tak będzie np. w roku 2019) lub 26 marca (tak będzie dopiero w roku 2035), to za 364 dni będzie 23 lub 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek, odpowiednio 30 lub 31 marca, także po 371 dniach od tegorocznego. Nie jest natomiast możliwy odstęp 357 dni. **Odpowiedź B**.

■ **2. Odpowiedź D**. Z różnych metod dodawania wektorów polecamy szczególnie „chodzenie wzdłuż strzałek":



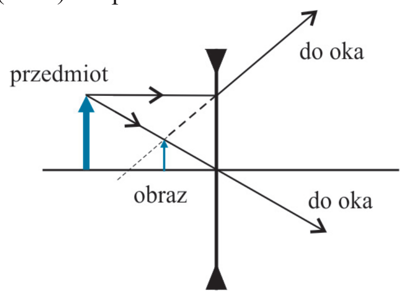
Jak szybko trafić bez próbowania na ślepo różnych kombinacji? Nie może to być żadna ze strzałek, które można od reszty oddzielić prostą przechodzącą przez wspólny początek. Zatem nie B i nie C. Co do A, to nie może ona być wypadkową, bo idzie w lewo o trzy kratki, podczas gdy D tylko o dwie, a B i C w ogóle.

■ **3. Odpowiedź C**. Nie A, bo ciśnienie nie jest siłą. Nie B, bo atomy są wodoru i tlenu, a wody są cząsteczki. Nie D, bo dostarczyć trzeba energii (np. w formie ciepła). Nie E, bo to co rośnie w trakcie spadania, to nie siła, ale np. prędkość, energia kinetyczna itp.

■ **4. Odpowiedź B**, proponujemy to poćwiczyć. A dlaczego potrzebne jest szybkie szarpnięcie? Maksymalna siła tarcia między szklanką a kartką to μmg (μ – statyczny współczynnik tarcia, m – masa szklanki z wodą, g – przyspieszenie ziemskie). Zatem maksymalne przyspieszenie, z jakim kartka może ciągnąć z sobą szklankę, jest równe μg. Jeśli będziemy ciągnęli z przyspieszeniem większym, wystąpi poślizg. Samo wystąpienie poślizgu to może być za mało na wysunięcie kartki spod szklanki, bo jednak podczas wysuwania kartka przekazuje szklance pewien pęd. Ten pęd powinien być dostatecznie mały, by siła tarcia szklanki o stół zdążyła wyhamować ruch szklanki zanim szklanka znajdzie się na krawędzi stołu. A jest on tym mniejszy, im krótszy jest czas działania siły tarcia na szklankę.

■ **5.** Przyspieszenie równe zeru oznacza wypadkową siłę równą zeru. Czyli zrównoważenie się siły ciężkości i siły sprężystości liny. To następuje już przy pewnym naciągnięciu liny. Jednak przed najniższym położeniem, bo pełne wyhamowanie lotu w dół wymaga siły wypadkowej działającej ku górze, zatem siły sprężystości liny większej od ciężaru skoczka. **Odpowiedź C**.

■ **6. Odpowiedź B**. Zadanie okazało się dość podchwytliwe, bo gdy patrzymy przez soczewkę rozpraszającą, dominującym wrażeniem jest pomniejszenie obrazu, a często właśnie dalsze wydaje się mniejsze. Jednak tutaj pomniejszony obraz jest bliżej soczewki (i oka) niż przedmiot.



Zawsze zresztą obraz pomniejszony powstaje bliżej soczewki niż przedmiot, a powiększony dalej – w soczewce (a także w zwierciadle) powiększenie jest zawsze stosunkiem odległości obrazu i przedmiotu |y|:|x|, przy standardowych oznaczeniach, niezależnie od tego, czy obraz (a także przedmiot) jest rzeczywisty, czy pozorny.

■ **7. Odpowiedź E**, zgodnie z I zasadą dynamiki.

■ **8.** Istnieje rozpowszechnione przekonanie, że to „ruch pojazdu" , czyli w ścisłym języku zapewne energia kinetyczna, jest źródłem energii prądnicy czy też grzejących się opon samochodu. Ale jeśli ruch jest jednostajny, energia kinetyczna nie maleje (jeśli pominąć zmniejszanie się masy paliwa). Oczywiście prawdziwym źródłem jest energia zmagazynowana w paliwie, akumulatorze itp., najczęściej chemiczna. W przypadku rowerzysty, chemiczna w mięśniach. **Odpowiedź C**. O „energii tarcia" w fizyce raczej nikt nie słyszał…

■ **9.** Przy obrocie bębnów na większy nawija się zawsze dwa razy tyle nitki, ile odwija się z mniejszego. Dlatego zarówno przemieszczenia jak i prędkości są dla ciężarka 1 dwa razy większe niż dla 2. To samo musi dotyczyć przyspieszeń, bo przyspieszenie to szybkość zmian prędkości w czasie. **Odpowiedź D**.

■ **10. Odpowiedź E**. Pozorny ruch Księżyca po nieboskłonie jest skutkiem przede wszystkim dobowego ruchu obrotowego Ziemi, bo okres obiegu Księżyca wokół Ziemi jest od doby o wiele dłuższy. Ponieważ Ziemia obraca się z zachodu na wschód, Księżyc zawsze wschodzi na wschodniej połowie horyzontu. Dopiero jakieś sztuczne satelity o krótszym od doby okresie obiegu mogą wyłaniać się spod widnokręgu na zachodzie, jeśli obiegają Ziemię z zachodu na wschód (jeśli odwrotnie, także one będą „wschodzić" na wschodzie). Ten właśnie mechanizm „pracuje" na Marsie, którego oba księżyce, Fobos i Deimos, obiegają planetę bardzo szybko. I dokładnie o tym było zadanie 19 w 3 klasie gimnazjum w roku 2010.

■ **11.** W przypadkach 2 i 3 waga podtrzymuje cały ciężar szklanki, wody i kulki, stąd $w_2 = w_3$. W przypadku 1 ciężar kulki jest częściowo równoważony przez napiętą nitkę, stąd $w_1 < w_2$. **Odpowiedź C**.

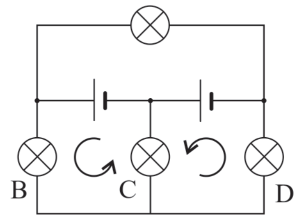
■ **12.** Użyjmy tradycyjnej, choć już prawie zapomnianej konwencji, według której wymiar wielkości oznacza się kwadratowym nawiasem: [pęd · przyspieszenie] =

$$\frac{kg\cdot m}{s}\cdot\frac{m}{s^2}=\frac{kg\cdot m^2}{s^3}=\frac{kg\cdot m^2}{s^2}\Big/ s=[\text{energia/czas}].$$

Odpowiedź C.

■ **13.** Cząsteczki gazowego wodoru są dwuatomowe, więc w dwóch gramach jest $12{,}04\cdot 10^{23}$ atomów. Dzielenie 2 g : $(12{,}04\cdot 10^{23})$ daje wynik $1{,}66\cdot 10^{-24}$ g, czyli $1{,}66\cdot 10^{-27}$ kg. **Odpowiedź A**.

■ **14. Odpowiedź C**. Można ją objaśnić albo w sposób „uczony": żaróweczka C włączona jest pomiędzy punkty o takim samym potencjale, albo w sposób bardziej poglądowy: nasz obwód zawiera dwa „oczka", w których prądy krążą identycznie, przez co w żaróweczce C prądy z obu oczek znoszą się do zera.



■ **15.** Cząsteczka wody H_2O zawiera dwa protony w jądrach wodoru i osiem w jądrach tlenu oraz osiem neutronów w jądrach tlenu. Czyli osiem neutronów na osiemnaście nukleonów (protonów i neutronów razem). Masa elektronów i różnica między masą protonu i neutronu są do pominięcia, podobnie jak dodatkowa masa niewielkich ilości izotopów zawierających dodatkowe neutrony ($^{2}_{1}H$, $^{17}_{8}O$ i $^{18}_{8}O$), obecnych w naturalnym wodorze i tlenie. Nieco większą poprawkę wnosiłaby energia wiązania, ale i to możemy w pierwszym przybliżeniu pominąć. Masa neutronów stanowi osiem osiemnastych masy wody. **Odpowiedź C**.

■ **16.** Wygodnie jest powołać się na wzory: jeśli m to masa i v – prędkość, to pęd ma wartość $m\,v$, a energia kinetyczna $\frac{mv^2}{2}$. W ten sposób energia kinetyczna dzielona przez pęd to połowa prędkości, u nas 5 m/s. Pęd 40 kg·m/s dzielony przez prędkość 10 m/s daje masę 4 kg. **Odpowiedź B**.

Warto – obok znanego $\frac{mv^2}{2}$ – zapamiętać wzór na energię kinetyczną wyrażoną przez pęd: $E_k = \frac{p^2}{2m}$. Można z niego od razu dostać masę jako $\frac{p^2}{2E_k} = \frac{1600\frac{kg^2 \cdot m^2}{s^2}}{400\ J} = 4\,kg$.

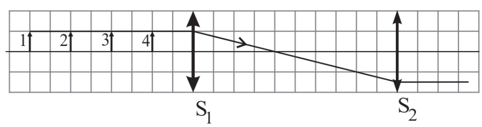
■ **17.** To też warto przećwiczyć, efekt jest naprawdę szybki. Woda, parując, odbiera dużo ciepła (stąd mówimy o cieple parowania, dla wody wynosi ono ponad 2 miliony dżuli na kilogram!). Nawet niewielka ilość wody przylegającej do zbiorniczka wyraźnie chłodzi termometr. **Odpowiedź D**.

■ **18.** Występująca w zadaniu wartość $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ to prędkość satelity na orbicie kołowej o promieniu R. Aby takiego satelitę „przestawić" na orbitę eliptyczną, o jakiej mowa w zadaniu, należałoby go na moment przyhamować – wtedy zacznie „spadać" bardziej w stronę Ziemi. **Odpowiedź C**. Nie można jednak przyhamować go za bardzo, bo mógłby w Ziemię uderzyć. Dlatego niepoprawna jest odpowiedź E.

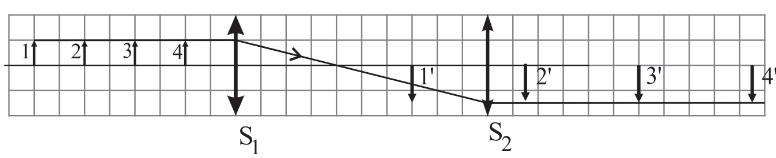
■ **19.** Siła dośrodkowa w najniższym położeniu jest wypadkową siły naciągu nici i siły grawitacji – jej wartość 0,1 kg·(2 m/s)²/0,5 m = 0,8 N jest różnicą pomiędzy wartością siły naciągu nici i ciężarem, wynoszącym 1 N. Stąd **odpowiedź A**.

■ **20.** Niech p_0 oznacza ciśnienie atmosferyczne. Na poziomie granicy między cieczami w obu ramionach rurki panują jednakowe ciśnienia, których wartość oznaczmy p_g. Oczywiście $p_g > p_0$. Ciśnienie w punkcie 1 jest, jak widać z rysunku, mniej więcej pośrodku pomiędzy wartościami p_0 i p_g, a ciśnienie w punkcie 2 jest bliżej wartości p_g niż p_0. Zatem **odpowiedź C**.

■ **21.** **Odpowiedź E**, którą tłumaczy rysunek.



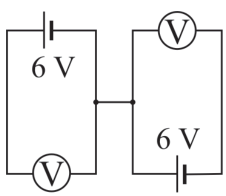
Poprowadziliśmy „na razie" tylko jeden promień, aby uwidocznić, że wszystkie obrazy uzyskane w miejscach przecięcia tego promienia przez inny, którego użyjemy w konstrukcji, będą miały tę samą wysokość półtorej kratki. Jak widać, jednakowe powiększenie, niezależne od odległości przedmiotu od pierwszej soczewki, dostajemy, gdy odległość między soczewkami jest równa sumie ich ogniskowych.
Ktoś może zapytać, czy jednak na pewno wszystkie obrazy powstają. Przecież np. strzałka 3 znajduje się w ognisku lewej



soczewki, a wtedy pojedyncza soczewka obrazu by nie wytworzyła. Uspokajamy, obraz powstanie, pierwsza soczewka zamienia wiązkę promieni ze źródła 3 na wiązkę równoległą, którą druga soczewka skupia w swojej płaszczyźnie ogniskowej. Zachęcamy do uzupełnienia, dla treningu, konstrukcji wszystkich czterech obrazów, pokazując na rysunku ostateczny wynik.

■ **22.** Nie oczekiwaliśmy się od licealistów wiedzy o czarnych dziurach, a tylko sprawdzania jednostek. Stała grawitacji ma jednostkę $\frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}^2}$, to wynika z podstawowego wzoru na siłę grawitacji. Zamieniając niuton na $\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, dostajemy $\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{s}^2}$ jako jednostkę G. Aby wzór dał w efekcie wielkość o jednostkach długości, trzeba to pomnożyć przez masę w kilogramach i podzielić przez kwadrat prędkości światła. **Odpowiedź C**. Kto spojrzał wcześniej na zadanie 18, ten wiedział, że $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ ma wymiar prędkości, $\frac{GM}{R}$ jest więc kwadratem prędkości, a wielkość mierzoną w metrach dostaniemy, dzieląc GM przez kwadrat prędkości.

■ **23.** Przez żaden fragment obwodu nie płynie prąd, bo idealne woltomierze nie przewodzą. To oznacza, że spadek potencjału na oporniku, $R{\cdot}I$ (w standardowych oznaczeniach), jest równy zeru, więc punkty zwarte opornikiem mają taki sam potencjał, tak jakby zamiast opornika był bezoporowy przewód. Wtedy mielibyśmy do czynienia z „obwodem” złożonym z dwóch niezależnych połówek:



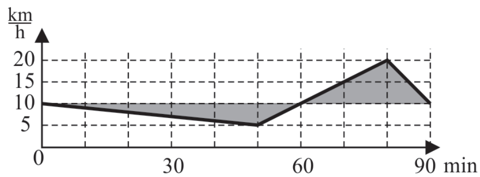
Stąd wynika **odpowiedź C**. Natomiast gdyby opornik z obwodu usunąć, oba woltomierze pokazałyby zero.

■ **24.** Gdy ciało pływa, stosunek objętości zanurzonej części V_{zan} do całej objętości ciała V jest równy stosunkowi gęstości ciała i cieczy. Ta prosta reguła wynika wprost z prawa Archimedesa: równowaga między siłą wyporu a siłą ciężkości oznacza równość $V_{\mathrm{zan}}\rho g = Vdg$ (g to przyspieszenie ziemskie), skąd $\frac{V_{\mathrm{zan}}}{V} = \frac{d}{\rho}$. Woda w naczyniu podnosi się o $\frac{V_{\mathrm{zan}}}{S} = \frac{Vd}{\rho S} = \frac{m}{\rho S}$. **Odpowiedź A**. To rozwiązanie można także wybrać bez dokładnej znajomości prawa Archimedesa: tylko odpowiedzi A i B dają wielkość o wymiarze długości, ale $m/(dS)$ to wzrost poziomu, gdy ciało zanurzymy całkowicie, więc – dla ciała pływającego – musimy tę odpowiedź wykluczyć. Naturalnie nasze ciało mogłoby pływać całkowicie zanurzone, ale jak zawsze w zadaniach testowych, należy wybrać odpowiedź prawdziwą uniwersalnie, a nie przy szczególnych warunkach.

■ **25.** Dostarczona energia przeznaczona będzie na wzrost zarówno energii potencjalnej jak i kinetycznej ładunku, bo przecież trzeba go rozpędzić do prędkości, jaką ma stacja. Do wyboru poprawnej odpowiedzi wystarczy dość grube oszacowanie obu energii. Do oszacowania wzrostu energii potencjalnej można zastosować wzór mgh – daje on wartość około 3,3 MJ. Do oszacowania wzrostu energii kinetycznej można użyć wartości pierwszej prędkości kosmicznej, którą wypada pamiętać: 7,9 km/s. Wtedy wzór $mv^2/2$ daje nam ok. 31,2 MJ. Już widzimy, że poprawna jest odpowiedź C. Podaliśmy w niej wynik nieco dokładniejszego rachunku, uwzględniającego zarówno słabnięcie ciążenia jak i malenie prędkości orbitalnej wraz z wysokością.

■ **26.** Jedna ósma to jedna druga do potęgi trzeciej. Dwie doby zatem to potrójny okres połowicznego rozpadu. Okresem połowicznego rozpadu są więc dwie trzecie doby. Jedna trzydziesta druga to jedna druga do piątej. Czas, o który pytają w zadaniu jest więc pięciokrotnym okresem połowicznego rozpadu: $5\cdot\frac{2}{3} = \frac{10}{3} = 3\frac{1}{3}$. **Odpowiedź B.**

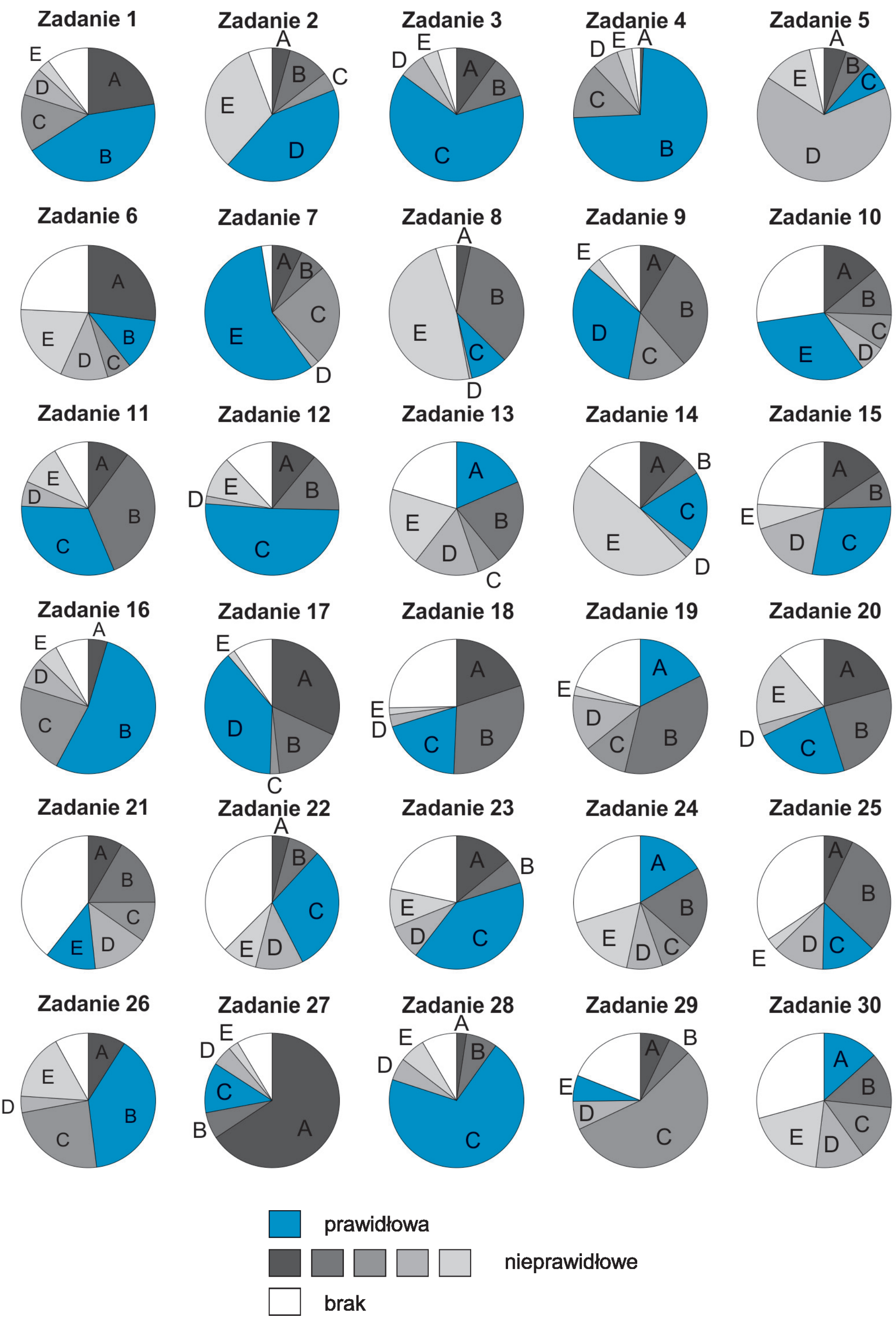
■ **27.** Należy zauważyć na osi czasu taki punkt, by przechodząca przezeń pionowa prosta dzieliła pole pod wykresem na równe części – wszak droga „tam" jest taka sama jak z powrotem. Ten punkt widać „na oko" – trójkąty zakreskowane na rysunku mają pola o wartości trzech prostokątnych kratek, czyli pola pod wykresem na lewo i na prawo chwili 60 s mają po 9 kratek. **Odpowiedź C**.



■ **28.** Gdy lwiątko mijało metę, kangur znajdował się 8 m/s·30 s = 240 m za nim. Przewaga lwiątka rosła z prędkością 2 m/s, zatem 240 metrów wyniosła po 120 sekundach biegu lwiątka, które przebiegło w ten sposób 1200 m. **Odpowiedź C**.

■ **29.** Gdyby nie ruch obrotowy Ziemi, poprawna byłaby odpowiedź C. Jednak obrót Ziemi (z zachodu na wschód!) powoduje, że mieszkaniec Ekwadoru widzi satelitę 1 częściej niż co 4 godziny, bo biegnie mu naprzeciw. Zadanie przypomina typowe zadania o doganiających się lub jadących na spotkanie rowerzystach. Tak, jak w tamtych zadaniach, czas wyliczyć można przez odpowiednie składanie prędkości, ale tym razem kątowych. Do prędkości kątowej satelity 1 względem gwiazd $\frac{2\pi}{4\,\mathrm{h}}$ dodaje się prędkość kątowa Ziemi $\frac{2\pi}{24\,\mathrm{h}}$, dając w wyniku prędkość kątową tego satelity w układzie obracającej się Ziemi: $\frac{2\pi}{4\,\mathrm{h}}+\frac{2\pi}{24\,\mathrm{h}}$. Podobnie w przypadku satelity 2, jeśli T oznacza szukany okres, to prędkość kątowa tego satelity względem obracającej się Ziemi wynosi $\frac{2\pi}{T}-\frac{2\pi}{24\,\mathrm{h}}$. Zgodnie z treścią zadania względne częstotliwości (więc i prędkości kątowe!) są jednakowe – mamy równanie $\frac{2\pi}{4\,\mathrm{h}}+\frac{2\pi}{24\,\mathrm{h}}=\frac{2\pi}{T}-\frac{2\pi}{24\,\mathrm{h}}$. Stąd $T = 3$ h. **Odpowiedź E**.

■ **30.** Odbijanie się pingwinów od siebie skutkuje taką samą zmianą ich układu na krze, jak gdyby zwyczajnie przez siebie przenikały, wszak tożsamość pingwinów nie ma znaczenia. Dlatego maksymalny czas to czas najdłuższej możliwej wędrówki pojedynczego pingwina, tak jakby tylko on jeden znajdował się na krze. Jest to czas przejścia ze skrajnego położenia ku przeciwnemu końcowi kry. Tutaj odległemu o 45 metrów. **Odpowiedź A**. Pomysłu na to zadanie nie stworzyliśmy sami – należy do skarbca tradycji w dziedzinie łamigłówek i zagadek logicznych.

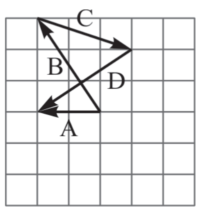

Zadanie 1
Zadanie 2
Zadanie 3
Zadanie 4
Zadanie 5
Zadanie 6
Zadanie 7
Zadanie 8
Zadanie 9
Zadanie 10
Zadanie 11
Zadanie 12
Zadanie 13
Zadanie 14
Zadanie 15
Zadanie 16
Zadanie 17
Zadanie 18
Zadanie 19
Zadanie 20
Zadanie 21
Zadanie 22
Zadanie 23
Zadanie 24
Zadanie 25
Zadanie 26
Zadanie 27
Zadanie 28
Zadanie 29
Zadanie 30
prawidłowa
nieprawidłowe
brak

Klasy II liceum i technikum

■ **1.** Zawodnicy, którzy zapoznali się z zadaniami (i rozwiązaniami) Lwiątka 2011, mieli przy tym pierwszym zadaniu łatwiej – zeszłoroczne traktowało także o odstępie między konkursami. Liczba dni od poniedziałku do poniedziałku musi być podzielna przez 7, bo jest to całkowita liczba tygodni. Z liczb występujących w odpowiedziach podzielne przez 7 są tylko 364 i 371. Wybór pomiędzy nimi wymaga dokładniejszego zbadania problemu. „Typowym" rozmiarem jest 364 dni. Rzeczywiście, jeśli na przykład, tak jak w tym roku, ostatnim poniedziałkiem marca jest 26, to w przyszłym roku będzie to 25 marca, o jeden dzień wcześniej niż odległy o 365 dni 26 marca. Ale jest inny wariant. Przypuśćmy, że przyszły rok jest nieprzestępny i że w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (będzie tak np. w roku 2013). Wtedy za 364 dni będzie 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: 31 marca, po 371 dniach od tegorocznego. Jeśli zaś przyszły rok jest przestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 (tak będzie np. w roku 2019) lub 26 marca (tak będzie dopiero w roku 2035), to za 364 dni będzie 23 lub 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: odpowiednio 30 lub 31 marca, także po 371 dniach od tegorocznego. **Odpowiedź D**.

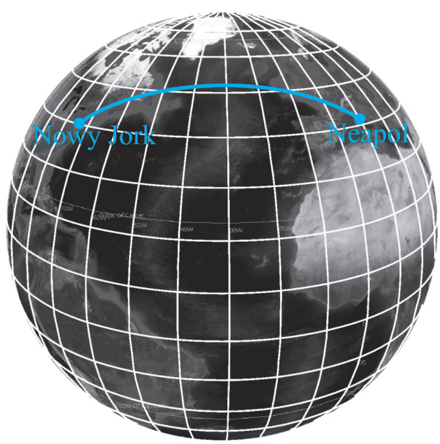
■ **2.** Czy promienie biegną w lewo czy w prawo, nasza soczewka zakrzywia ich bieg KU osi optycznej. To oznacza, że jest to soczewka skupiająca. **Odpowiedź A**.

■ **3.** **Odpowiedź A**. Z różnych metod dodawania wektorów polecamy szczególnie „chodzenie wzdłuż strzałek":

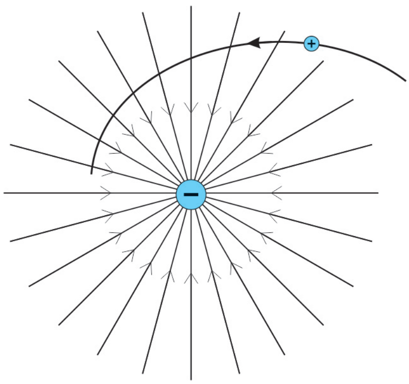


Jak szybko trafić bez próbowania na ślepo różnych kombinacji? Nie może to być żadna ze strzałek, które można od reszty oddzielić prostą przechodzącą przez wspólny początek. Zaś dla B i C taka prosta istnieje. Co do D, idzie ona w dół o dwie kratki, podczas gdy C tylko o jedną, a A i B w ogóle.

■ **4.** Gdyby oba miasta znajdowały się na równiku, najkrótsza łącząca je trasa biegłaby wzdłuż równika – jeśli rozpatrujemy linie poprowadzone po powierzchni Ziemi, samolot nie jest wszak neutrinem, które potrafi przenikać w głąb Ziemi (uczestnicy wybierający E zdaje się zapomnieli o tym drobnym szczególe). Podobnie gdybyśmy pytali o dwa miasta na tym samym południku – należałoby lecieć wzdłuż tego południka. Natomiast dla równoleżnika niebędącego równikiem sytuacja jest inna – podróż wzdłuż równoleżnika oznaczałaby nadłożenie drogi. Na półkuli północnej krótsza jest trasa nieco wygięta na północ. **Odpowiedź B**. Optymalna trasa jest łukiem okręgu o środku w środku Ziemi – tzw. koła wielkiego na powierzchni kuli. Najkrótsze linie łączące dwa punkty na pewnej powierzchni nazywają się liniami geodezyjnymi na tej powierzchni. Na płaszczyźnie geodezyjnymi są odcinki prostych, na sferze łuki kół wielkich, a np. na walcu i stożku linie, które po rozwinięciu „na płask" byłyby odcinkami prostych.



■ **5.** Po mało poważnych propozycjach A – C kusząca, jak się domyślamy, była odpowiedź D, jest ona zresztą często czynionym błędem. Ale linie sił wskazują kierunki przyspieszenia, a nie kierunki ruchu cząstki. Owszem, gdy linie sił są proste, np. w polu centralnym wytworzonym przez inną naładowaną i nieruchomą cząstkę, cząstka, początkowo spoczywająca, po uwolnieniu będzie się poruszać wzdłuż linii pola. Ale już cząstka wstrzelona w takie pole w poprzek jego linii będzie nadal poruszać się w poprzek (oczywiście z pewnym zakrzywieniem w kierunku linii, por. rysunek na następnej stronie). **Odpowiedź E**.



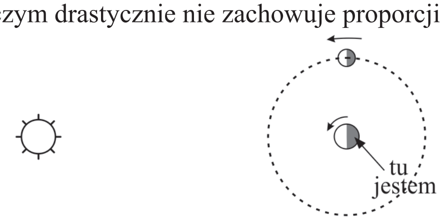
■ **6.** Ruch po łuku ze stałą (co do wartości) prędkością oznacza, że wypadkowa siła jest siłą dośrodkową, zatem jest zwrócona ku środkowi łuku. **Odpowiedź D**. W przypadku naszego samochodu jest to wypadkowa sił ciężkości i sprężystości podłoża.

■ **7.** Zacznijmy od tego, że nie ma jednobarwnych fal świetlnych o barwie białej, czarnej lub brązowej. Identyfikacja niektórych kolorów jest tylko sposobem, w jaki nasz mózg odbiera (i nazywa) pewne superpozycje (tzn. nałożenia na siebie) fal jednobarwnych. Białe światło słoneczne to superpozycja fal o wszystkich barwach tęczy. W przypadku brązu jest jeszcze zawilej, światła o takiej barwie w ogóle nie da się wytworzyć (patrz niżej)
Do wytworzenia bieli z fal monochromatycznych nie są konieczne wszystkie barwy tęczy, wystarczą trzy, jak np. światło czerwone, zielone i niebieskie (barwy podstawowe w systemie RGB, stosowanym do tworzenia barw na ekranach komputerów). Jeśli z białego światła słonecznego usuniemy barwy odpowiadające zakresom niebieskiemu i czerwonemu – to, co pozostało, da wrażenie zieleni. Przedmioty zielone w świetle dnia to właśnie te, których powierzchnia pochłania fale z zakresu niebieskiego i czerwonego. **Odpowiedź B**.
Ogólnie, łączenie kolorów może polegać na dodawaniu światła o odpowiednich barwach, jak na ekranie monitora (łączenie addytywne, por. ang. *add* , co znaczy „dodawać”), lub zabieraniu – przez pochłanianie – światła o odpowiednich barwach dopełniających, jak przy mieszaniu farb (łączenie subtraktywne, por. ang. *subtract*, co znaczy „odejmować”). Addytywne połączenie trzech barw podstawowych daje biel, połączenie subtraktywne – brak światła, czyli czerń.

■ **8. Odpowiedź C**. Izotopy różnią się między sobą wyłącznie liczbą neutronów w jądrze.

■ **9. Odpowiedź B**, chyba oczywista przy znajomości sensu wymienionych pojęć.

■ **10.** Północ jest momentem, w którym obserwator znajduje się po przeciwnej stronie kuli ziemskiej niż Słońce. Jeśli wtedy dla obserwatora Księżyc jest na wschodzie, to w swym ruchu po orbicie znajduje się w położeniu pokazanym na rysunku. Księżyc jest więc w kwadrze. W dalszym ruchu zmierza do nowiu, a więc jest to kwadra ostatnia. **Odpowiedź D**. Rysunek pokazuje widok od strony bieguna północnego Ziemi, przy czym drastycznie nie zachowuje proporcji.



■ **11.** Balon z gazem na pewno jest wypukły, a wypukła soczewka skupia, gdy jej materiał ma względem otoczenia współczynnik załamania większy od jedności, czyli gdy prędkość fali w soczewce jest mniejsza od prędkości fali w ośrodku ją otaczającym. **Odpowiedź B.**

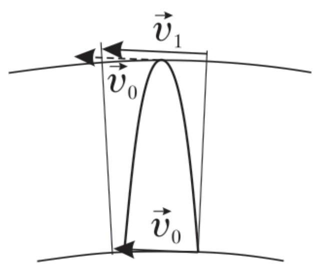
■ **12. Odpowiedź C**. Ciepło topnienia to energia podzielona przez masę, dokładnie tak, jak kwadrat prędkości ($\left[v^2\right]=\left[\frac{mv^2}{2}\big/m\right]$, przy standardowych oznaczeniach; nawias kwadratowy, według już prawie zapomnianej konwencji, oznacza tutaj wymiar wielkości).

■ **13.** Oczywista jest zmiana prędkości i brak zmiany amplitudy. Już to wystarcza do wyboru **odpowiedzi C**. Zmiana częstotliwości jest efektem Dopplera, bardziej znanym w przypadku fal akustycznych i elektromagnetycznych – grzbiety fal docierają do płynącej motorówki częściej, niż gdyby stała, bo płynie im naprzeciw. A jeżeli zmienia się częstotliwość, to i okres. Długość, czyli odległość pomiędzy kolejnymi grzbietami, jest geometryczną miarą układu grzbietów i nie zależy od układu odniesienia (w granicach, oczywiście, mechaniki nierelatywistycznej).

■ **14. Odpowiedź A**. Żaróweczka A włączona jest pomiędzy punkty o takim samym potencjale! Sama zresztą geometria obwodu wyklucza przepływ prądu przez żaróweczkę A – zauważmy bowiem, że obwód ma oś symetrii, pionową prostą poprowadzoną przez środki A i C. Także zatem przepływy prądu są symetryczne. Przepływ prądu przez A naruszałby tę symetrię.

■ **15.** Złośliwa ale grubymi nićmi szyta pułapka: nie powiedziano, że temperaturę zwiększono albo że zmniejszono, a tylko, że zmieniono. Objętość zmienia się też o 20%, niezależnie od kierunku zmiany, ale procentowa zmiana gęstości już jednak od tego kierunku zależy. Gęstość jest odwrotnie proporcjonalna do objętości: gdy objętość rośnie o 20% (mnożenie przez 1,2), gęstość zostaje pomnożona przez 1/1,2, czyli maleje o 16,7%. Gdy objętość maleje o 20% (mnożenie przez 0,8), gęstość zostaje pomnożona przez 1/0,8, czyli rośnie o 25%. **Odpowiedź E**.

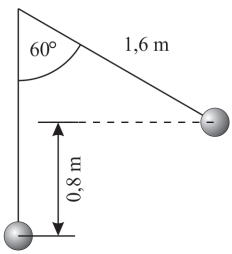
■ **16.** To nie było łatwe zadanie! Proponujemy dwa spojrzenia na to zagadnienie.
Sposób I. Odwołajmy się do opisu w układzie odniesienia podróżującym razem z Ziemią po orbicie wokółsłonecznej, ale niewirującym wraz z nią w jej ruchu dobowym. Ten układ możemy uznać za inercjalny. Ziemia obraca się w tym układzie z zachodu na wschód i kula wystrzelona z pionowej armaty ma prędkość o niezerowej składowej stycznej do równika, zwróconej na wschód. Gdyby nie zakrzywienie powierzchni Ziemi, pozioma składowa prędkości „zniosłaby” kulę na wschód o tyle samo, o ile przesunęłaby się pod nią Ziemia – kula spadłaby prosto do lufy. Torem ruchu kuli byłaby parabola. Ale Ziemia płaska nie jest, torem ruchu jest elipsa. Kątowa prędkość kuli, względem środka Ziemi, w apogeum jest mniejsza, niż kątowa prędkość obrotu Ziemi – kula zostaje w tyle w stosunku do punktu wystrzelenia. Rysunek ilustruje to za pomocą prędkości liniowych: v_0 to prędkość liniowa punktu wystrzelenia kuli w ruchu obrotowym Ziemi, v_1 to prędkość liniowa w ruchu obrotowym Ziemi, ale ponad jej powierzchnią, tam mniej więcej, dokąd dolatuje kula; ponieważ $v_1 > v_0$, „pion” wystawiony z punktu strzału wyprzedza kulę, mającą cały czas v_0 jako poprzeczną składową prędkości. **Odpowiedź D**.



Sposób II. Drugie spojrzenie to opis w układzie odniesienia wirującym wraz z Ziemią, oczywiście nieinercjalnym. Jeśli uczestnicy tegorocznego „Lwiątka” brali udział w zeszłorocznym (jako pierwszoklasiści) i oglądali rozwiązania, to przy zadaniu 27 znaleźli wzmiankę o sile Coriolisa. To jedna z tzw. sił bezwładności (inną jest siła odśrodkowa), w wirującym układzie pozornie działająca na ciało, które porusza się np. ku środkowi ob-

rotu lub w przeciwną stronę. Jeśli wirowanie zachodzi przeciwnie do ruchu wskazówek zegara (tak jest z Ziemią, gdy patrzymy od północy), to siła Coriolisa spycha ciało z linii ruchu, i to zawsze w prawo, niezależnie, czy ruch jest ku środkowi, czy „od”. A zatem naszą kulę armatnią siła Coriolisa spycha na zachód. **Odpowiedź D**.
Również zadanie 20 w II klasie liceum w zeszłym roku zahaczało o siłę Coriolisa. Dotyczyło podmywania brzegów rzek płynących wzdłuż południków. O sile Coriolisa, w związku z tym zjawiskiem, można usłyszeć także na lekcjach geografii.

■ **17.** To zadanie wydaje się typowo szkolne (co nie jest wadą, zwłaszcza, że w „Lwiątku” nie zdarza się często). Ciężarek (o masie *m*) w stanie maksymalnego odchylenia znajduje się o $h = 0{,}8$ m powyżej położenia najniższego (rysunek). Związana z tą różnicą wysokości energia potencjalna *mgh* zamienia się w energię kinetyczną: $\frac{mv^2}{2} = mgh$.
Stąd $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}8\,\text{m}} = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$. **Odpowiedź D**.



■ **18.** Podchwytliwe zadanie. Gdy ładunki są różne co do wartości bezwzględnej, taki punkt jest jeden, leży na zewnątrz łączącego je odcinka, od strony ładunku o mniejszej wartości (jak nietrudno sprawdzić – oddalony od niego o $\frac{d}{\sqrt{|Q_2/Q_1|}-1}$, gdzie *d* – długość odcinka (przykład na rysunku, przy $Q_2 = -9Q_1$). Ale gdy ładunki są jednakowe co do wartości bezwzględnej – takich punktów nie ma wcale. **Odpowiedź E**.

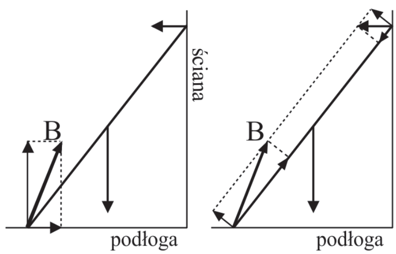
■ **19.** <u>Sposób I</u>: Przy standardowych oznaczeniach, ze wzoru $s = v_0t + at^2/2$ mamy, dla $a = 10$ m/s^2 i $t = 1$ s, liczbowo: $12 = v_0 + 5$, skąd od razu dostajemy **odpowiedź C**.
<u>Sposób II</u>: Prędkość początkowa *x* i końcowa *y* różnią się o 10 m/s (taki jest sens przyspieszenia) Średnia prędkość kamienia wynosi natomiast 12 m/s i jest – jak zawsze w ruchu jednostajnie zmiennym – średnią arytmetyczną początkowej i końcowej.
Mamy zatem układ równań: $\begin{cases} y - x = 10 \\ \frac{x+y}{2} = 12 \end{cases}$
skąd $x = 7$ m/s.
Odpowiedź C.

■ **20.** Przez żaden fragment obwodu nie płynie prąd, bo idealne woltomierze nie przewodzą. Zatem punkty zwarte opornikiem mają taki sam potencjał (różnica potencjałów między końcami opornika stawiającego opór *R* wynosi *RI*, więc jest równa zeru przy $I = 0$). Gdy wzdłuż obwodu idziemy od opornika ku górnemu woltomierzowi od lewej, bateryjka podwyższa potencjał o 6 V, zatem górny woltomierz pokazuje 6 V. Podobnie dolny, gdzie sytuacja jest symetryczna. **Odpowiedź D**.

■ **21.** Ponieważ proces jest cykliczny – końcowa energia wewnętrzna jest równa początkowej – wykonana praca jest równa różnicy między ciepłem dostarczonym a ciepłem oddanym otoczeniu. Ta różnica jest sumą Q_1, Q_2, Q_3, wziętych z odpowiednimi znakami: znakiem plus, gdy ciepło zostało dostarczone, minus, gdy odebrane. Wzdłuż izobary gaz jest podgrzewany (by wzrosła objętość), ciepło dostarczamy, Q_1 weźmiemy z plusem. Wzdłuż izochory odwrotnie: by spadło ciśnienie bez zmiany objętości, gaz wymaga chłodzenia, Q_2 weźmiemy z minusem. W przemianie izotermicznej sprężamy gaz, zatem wykonujemy dodatnią pracę, a ciepło musimy odbierać (by nie wzrosła temperatura). Do sumowania weźmiemy zatem minus Q_3. **Odpowiedź D**.

■ **22.** Zadanie umyślnie dotyczy tematyki dalece nieszkolnej. Bo tutaj fizyki opisywanych zjawisk rozumieć nie trzeba, wystarczy sprawdzić jednostki. Co bywa niestety żmudne. Największy kłopot mogło sprawić odtworzenie jednostki ε_0. Współczynnik ten „zastępuje” tzw. stałą elektrostatyczną k: $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$, pojawiającą się w prawie Coulomba: $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$, przy standardowych oznaczeniach. Wynika z niego $[k] = \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$, $[\varepsilon_0] = \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N \cdot m^2}}$. Mamy wskazać wzór na częstotliwość, zatem kulomby powinny się skrócić. Pozostawia to wybór wyłącznie między C i E. Aby skróciły się także kilogramy (obecne w niutonach w ε_0), wzór musi mieć m w mianowniku. **Odpowiedź C**. Metry i sekundy wtedy też się zgadzają.

■ **23.** Równowaga bryły wymaga zerowej wypadkowej wszystkich sił i zerowego wypadkowego momentu wszystkich sił. Poza siłą, której wektor mamy wskazać, na pręt działa jeszcze siła ciężkości i siła reakcji ściany – obie dorysowaliśmy poniżej. Lewy rysunek pokazuje równowagę sił, prawy równowagę momentów, dla siły B, która jest poprawną odpowiedzią.



Jak do niej szybko dojść? Kontrolujmy momenty względem środka pręta – moment siły ciężkości jest wtedy zerowy, a siła reakcji ściany usiłuje obracać pręt przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Zatem siła reakcji podłogi musi obracać zgodnie. To pozostawia do wyboru tylko wektory A i B. Siła A razem z siłą ciężkości (obie pionowe) nie równoważyłyby jednak poziomej siły reakcji ściany. Zatem **odpowiedź B**.

■ **24.** Równowaga, o której mowa w zadaniu, możliwa jest tylko w taki sposób, że w ciągu sekundy tyle jąder radu ulega dalszemu rozpadowi, ile ich w tym czasie powstaje z uranu. Jest to tzw. równowaga wiekowa.

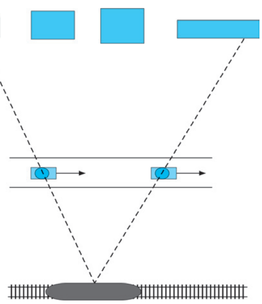
Liczba jąder rozpadających się w ciągu sekundy to tzw. aktywność próbki. Zależy ona w oczywisty sposób od aktualnej liczby jąder – jest do niej proporcjonalna (dwa razy więcej jąder w próbce oznacza dwa razy więcej rozpadów w ciągu sekundy!). Ale zależy także od szybkości rozpadu, czyli właśnie od okresu połrozpadu. Gdy ten okres jest większy, aktywność jest mniejsza. Ta zależność jest odwrotną proporcjonalnością, bo jeśli w każdej sekundzie w jednym izotopie rozpada się k-razy więcej jąder niż w drugim, to ten pierwszy zachowuje się tak, jakby dla niego czas biegł k-razy szybciej niż dla drugiego, co oznacza, że wszystkie charakterystyczne czasy (w tym okres półrozpadu) są k razy krótsze. Ale do rozwiązania zadania wiedza o ściśle odwrotnej proporcjonalności nie była konieczna.

To, co stwierdziliśmy w pierwszym zdaniu, to równość między aktywnością radu i aktywnością uranu. Ponieważ rad ma znacznie krótszy okres półrozpadu (rozpada się szybciej), musi być go w próbce znacznie mniej niż uranu. Proporcja między ilościami radu i uranu wiąże się jakoś z okresami półrozpadu i wybieramy **odpowiedź D** jako jedyną sensowną, nawet bez wiedzy o wspomnianej wyżej odwrotnej proporcjonalności. (Nawiasem mówiąc, fakt odwrotnej proporcjonalności był poprawną odpowiedzią zadania 19 w III klasie liceum podczas „Lwiątka” 2011 – warto śledzić zadania z ubiegłych lat na różnych poziomach).

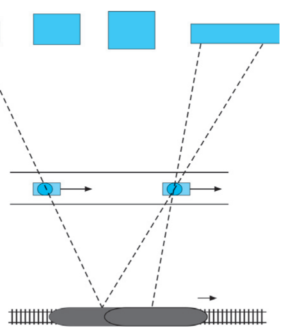
■ **25.** Odwołajmy się do równania Clapeyrona: $pV = nRT$. Wyliczmy z niego temperaturę: $T = \frac{pV}{nR}$. Jeśli n i p są proporcjonalne do V, to licznik tego ułamka jest proporcjonalny do V^2, a mianownik proporcjonalny do V. Ostatecznie T jest proporcjonalne do V. **Odpowiedź A**.

■ **26.** Swobodny ruch to oczywiście obrót opadanie lewego i wznoszenie się prawego ciężarka. Ponieważ z dużego bębna odwija się dwa razy tyle nici, co nawija na mały, zarówno prędkość jak i przyspieszenie lewego ciężarka ma wartość dwa razy większą od wartości prędkości i przyspieszenia prawego. Wypadkowa siła – różnica między ciężarem 40 N a siłą naciągu nici, 32 N, równa 8 N – nadaje lewemu ciężarkowi przyspieszenie 2 m/s^2. Zatem prawy ma przyspieszenie 1 m/s^2. Działa na niego zatem wypadkowa siła o wartości 2 N zwrócona do góry. Taką wypadkową, przy ciężarze 20 N, spowoduje siła naciągu nici 22 N. **Odpowiedź D**. Zauważmy, że dane zadania umożliwiają obliczenie momentu bezwładności bloczka.

■ **27.** Problem dotyczy tzw. zjawiska paralaksy. Wyobraź sobie, że siedzisz w pociągu, który akurat się zatrzymał. Wzdłuż torów jedzie szosą samochód. Na tle odległych domów będzie się szybko przesuwał (rysunek, widok z góry).



Jeśli jednak pociąg też jedzie w tę samą stronę, przesuwanie się samochodu na tle domów będzie wolniejsze (rysunek).



A gdyby pociąg i samochód jechały w przeciwne strony, ruch pociągu przyspieszyłby przesuwanie się samochodu na tle domów. Sytuacja opisana w zadaniu jest analogiczna: samochodem jest satelita, domy to gwiazdy, a pociągiem jest obracająca się Ziemia (z pasażerem – mieszkańcem Ekwadoru). Na równiku prędkość jej obrotu to ok. 0,5 km/s, z zachodu na wschód. Typowa prędkość satelitów jest o wiele większa, więc nasz „pociąg" porusza się dużo wolniej od „samochodu".

Ruch obserwatora spowalnia przesuwanie się na tle gwiazd satelity, który po swojej orbicie biegnie z zachodu na wschód. Ruch obserwatora przyspiesza przesuwanie się na tle gwiazd satelity, który po swojej orbicie biegnie ze wschodu na zachód. Jeśli satelita porusza się ukośnie w stosunku do południka, z odchyleniem ku wschodowi, na tle gwiazd może poruszać się w kierunku północ-południe, nieco wolniej niż gdyby obserwator był nieruchomy.

Ale, jak podano w zadaniu, rezultatem tego efektu jest przesuwanie się wszystkich satelitów na tle gwiazd tak samo szybko. Oznacza to, że ich prawdziwe prędkości orbitalne są różne, jednym słowem, satelity znajdują się w rożnych odległościach. Im bardziej ruch obserwatora przyspiesza przesuwanie się satelity na tle gwiazd, tym mniejszą ma satelita prawdziwą prędkość orbitalną, czyli tym dalej się znajduje. Sądzimy, że uczestnik konkursu w tym momencie nie ma już wątpliwości i wybiera **odpowiedź A**.

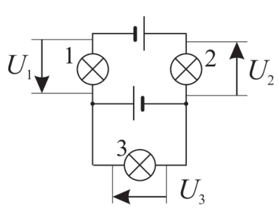
To, co przedstawiliśmy do tej pory, to ciąg skojarzeń, który umożliwia stosunkowo szybkie trafienie we właściwą odpowiedź. Nie kończymy naszego rozwiązania w tym miejscu, by wyjaśnić jeszcze pewną subtelność. Wygląda na to, że powyższe rozumowanie zakłada jako rzecz oczywistą, że satelita A porusza się po swojej orbicie ze wschodu na zachód. To nie musi być prawdą. Wykażemy, że mimo to odpowiedź A pozostaje w mocy.

Odwołując się do analogii z pociągiem i samochodem sugerowaliśmy, że nasze satelity mają prędkości znacznie większe od prędkości Ziemi-pociągu, czyli ok. 0,5 km/s? Czas przyjrzeć się sytuacji, gdy satelity są baaardzo daleko i ich prędkości są mniejsze. Bo przecież gdy samochód porusza się sporo wolniej niż pociąg (w tę samą stronę), na tle domów może w ogóle przesuwać się w stronę przeciwną! A przy pewnym stosunku prędkości „stać w miejscu", stale na tle tego samego domostwa.

Domy nie są w tym momencie dobrą analogią gwiazd – gwiazdy są w ogromnej odległości, lepszym skojarzeniem będzie zachodzące Słońce. Jak szybko powinien jechać samochód, by pasażer pociągu widział go stale na tle zachodzącego Słońca? Ano tak samo szybko, jak pociąg!

Gdyby zatem satelita miał prędkość na orbicie 0,5 km/s (i poruszał się z zachodu na wschód), byłoby go widać stale na tle tych samych gwiazd. Taka orbita byłaby dużo dalsza (ok. 1,5 mln km), niż orbita Księżyca, normalnie satelity są dużo bliżej, ale bądźmy uparci, bo w zadaniu żadnych tego typu założeń nie uczyniono – czy któryś z naszych satelitów mógłby być tak daleki, lub jeszcze dalszy, aby jego prędkość na orbicie była mniejsza niż 0,5 km/h? No tak, to może być satelita A, jeśli faktycznie po orbicie biegnie z zachodu na wschód, ale tak powoli, że ruch obserwatora (w tę samą stronę!) „odwraca" jego bieg i powoduje, że na tle gwiazd widać go przesuwającego się „do tyłu", czyli ze wschodu na zachód. Satelita B przesuwa się na tle gwiazd z zachodu na wschód, a zatem jego bieg nie został „odwrócony" – w rzeczywistości okrąża Ziemię też z zachodu na wschód i szybciej niż A, bo szybciej niż 0,5 km/s. Co do C i D, podobnie, muszą poruszać się szybciej niż 0,5 km/s, niech czytelnik to już spróbuje przemyśleć samodzielnie.
Widzimy zatem, że odpowiedź A pozostaje w mocy także w tym nietypowym przypadku.

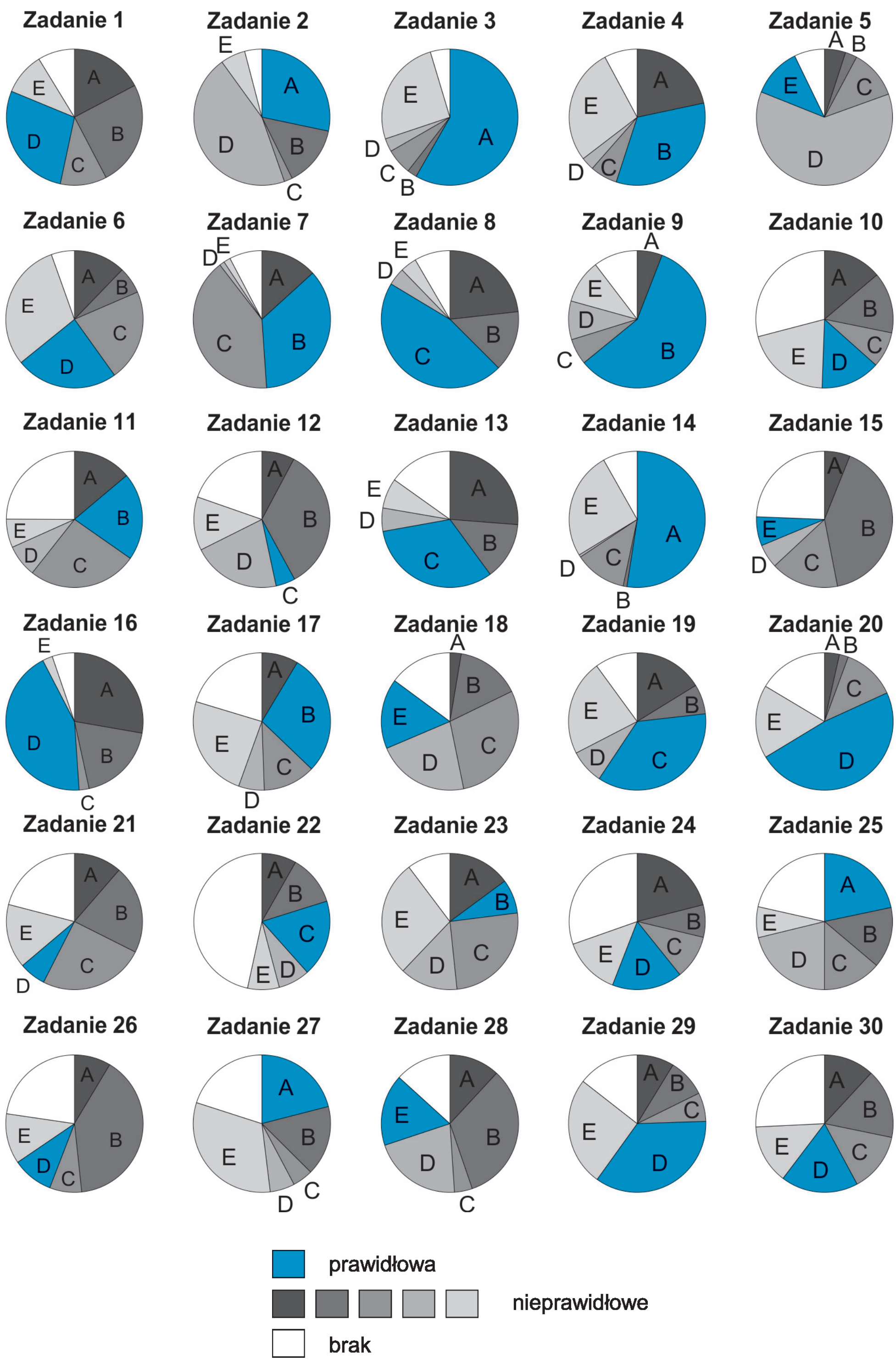
■ **28.** **Odpowiedź E**. Żaróweczka 3 zasilana jest pojedynczą bateryjką, a żaróweczki 1 i 2 – połączone w szereg – zasilane są dwiema takimi samymi bateryjkami też połączonymi w szereg.
Obawiamy się, że ci, którzy umieją „za dużo", mogą wątpić o poprawności tak trywialnego rozumowania. Przecież oba „oczka" obwodu – dolne z żaróweczką 3 i górne z żaróweczkami 1 i 2, nie są niezależnymi obwodami, ale prądy z jednego przepływają w drugi.
A jednak nasze rozumowanie jest poprawne. Przyjmijmy podane na rysunku oznaczenia dla napięć na końcówkach żaróweczek, przy wskazanym tam kierunku odejmowania potencjałów



W każdym ze wspomnianych oczek napięcia i siły elektromotoryczne bilansują się do zera. Jeżeli ε oznacza siłę elektromotoryczną pojedynczej bateryjki, mamy $\varepsilon + U_1 + \varepsilon + U_2 = 0$ oraz $\varepsilon + U_3 = 0$. Symetryczne położenie żaróweczek 1 i 2 oznacza, że $U_1 = U_2$. Zatem na końcówkach wszystkich żaróweczek napięcia są jednakowe, równe $-\varepsilon$. To oznacza, że żaróweczki świecą jednakowo jasno.

■ **29.** W warunkach naziemnych rzucenie lassa może miałoby szanse powodzenia, ale przecież w stanie nieważkości lasso nie „spadnie swobodnie". Układ lina-kosmonauta jest układem izolowanym, tzn. niepoddanym zewnętrznym oddziaływaniom (grawitację równoważy siła odśrodkowa bezwładności). W takim układzie obowiązuje zasada zachowania pędu. To dla kosmonauty utrudnienie ale i szansa. Jeśli szarpnie linę ku sobie, zostanie sam wprawiony w ruch w stronę włazu, jednak uwaga! – ruch zakończy się w momencie pełnego wybrania liny, bo środek masy układu lina-kosmonauta nie zmieni położenia. Podobnie w przypadku C – kosmonauta przesunie się w stronę statku o dwa razy tyle, ile dzieli go od środka masy, czyli o bardzo niewiele. Natomiast czynność z **odpowiedzi D** da pożądany efekt, choć być może po dłuższym czasie, bo ruch w stronę włazu będzie oczywiście powolny (a zacznie się, zauważmy, już w trakcie zwijania liny!).

■ **30.** Odbijanie się pingwinów od siebie skutkuje taką samą zmianą ich układu na krze, jak gdyby zwyczajnie przez siebie przenikały, wszak tożsamość pingwinów nie ma znaczenia. Dlatego maksymalny czas to czas najdłuższej możliwej wędrówki pojedynczego pingwina, tak jakby tylko on jeden znajdował się na krze. Jest to czas przejścia ze skrajnego położenia ku przeciwnemu końcowi kry. Tutaj odległemu o 45 metrów. **Odpowiedź D**. Pomysłu na to zadanie nie stworzyliśmy sami – należy do skarbca tradycji w dziedzinie łamigłówek i zagadek logicznych.


Zadanie 1
Zadanie 2
Zadanie 3
Zadanie 4
Zadanie 5
Zadanie 6
Zadanie 7
Zadanie 8
Zadanie 9
Zadanie 10
Zadanie 11
Zadanie 12
Zadanie 13
Zadanie 14
Zadanie 15
Zadanie 16
Zadanie 17
Zadanie 18
Zadanie 19
Zadanie 20
Zadanie 21
Zadanie 22
Zadanie 23
Zadanie 24
Zadanie 25
Zadanie 26
Zadanie 27
Zadanie 28
Zadanie 29
Zadanie 30
prawidłowa
nieprawidłowe
brak

Klasy III i IV liceum i technikum

■ **1.** Zawodnicy, którzy zapoznali się z zadaniami (i rozwiązaniami) Lwiątka 2011, mieli przy tym pierwszym zadaniu łatwiej – zeszłoroczne traktowało także o odstępie między konkursami. Liczba dni od poniedziałku do poniedziałku musi być podzielna przez 7, bo jest to całkowita liczba tygodni. Z liczb występujących w odpowiedziach podzielne przez 7 są tylko 364 i 371. Wybór pomiędzy nimi wymaga dokładniejszego zbadania problemu. „Typowym" rozmiarem jest 364 dni. Rzeczywiście, jeśli na przykład, tak jak w tym roku, ostatnim poniedziałkiem marca jest 26, to w przyszłym roku będzie to 25 marca, o jeden dzień wcześniej niż odległy o 365 dni 26 marca. Ale jest inny wariant. Przypuśćmy, że przyszły rok jest nieprzestępny i że w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 marca (będzie tak np. w roku 2013). Wtedy za 364 dni będzie 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: 31 marca, po 371 dniach od tegorocznego. Jeśli zaś przyszły rok jest przestępny i w bieżącym roku ostatni poniedziałek marca wypada 25 (tak będzie np. w roku 2019) lub 26 marca (tak będzie dopiero w roku 2035), to za 364 dni będzie 23 lub 24 marca i w marcu zmieści się jeszcze jeden poniedziałek: odpowiednio 30 lub 31 marca, także po 371 dniach od tegorocznego. **Odpowiedź E**.

■ **2.** Słońce jest dość typową gwiazdą, która w obecnym stadium ewolucji plasuje się wśród gwiazd ciągu głównego, **odpowiedź D**. Z czasem zamieni się w czerwonego olbrzyma, pochłaniając w swej objętości obecną orbitę Ziemi. A potem, po odrzuceniu zewnętrznych warstw, zamieni się w białego karła. Jak mówi anegdota, na wykładzie znanego astronoma ktoś zapytał, czy to prawda, że za 5 milionów lat nasze Słońce zgaśnie. Astronom przyznał, że w zasadzie prawda, tylko nie za 5 milionów, a za 5 miliardów. Na to osoba pytająca: „O, jak to dobrze, bo tak się przestraszyłem!". Cytrynowe liliputy są wytworem naszej fantazji.

■ **3.** Próby składania którychkolwiek trzech sił prowadzą do odkrycia, że wypadkowa wszystkich czterech wynosi zero. Jeśli tak, to żadne trzy nie mogą dać czwartej jako wypadkowej (bo dają minus czwartą). **Odpowiedź E**.

■ **4.** Masa i czas życia w ogóle nie mogą być ujemne, propozycje A, B i E są zatem pozbawione sensu. Antycząstki mają przeciwny ładunek elektryczny, a także przeciwne pewne inne charakterystyki, jak na przykład tzw. izospin, liczba barionowa, dziwność. Dlatego także cząstki nienaładowane posiadają różne od nich antycząstki (z kilkoma wyjątkami, np. foton jest tożsamy ze swoją antycząstką). **Odpowiedź C**.

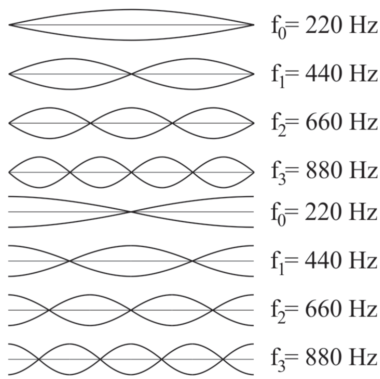
■ **5.** Zadanie było ciut perfidne, bo wymagało pewnej wiedzy o temperaturze skraplania składników powietrza (tlen −183 ºC, azot −196 ºC). Skąd licealista miałby mieć taką wiedzę? Ano na przykład z historii. Skroplenie tlenu udało się już w 1883 roku dwóm polskim uczonym, Karolowi Olszewskiemu i Zygmuntowi Wróblewskiemu, pracującym na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Zastosowali tzw. metodę kaskadową, wykorzystującą fakt, że temperatura skraplania gazów jest na ogół wyższa pod zwiększonym ciśnieniem. Etylen, którego użyli polscy uczeni, udało się skroplić pod ciśnieniem ok. 30 atmosfer już w −21 ºC, a w wyniku gwałtownego wrzenia i po rozprężeniu pary do 0,03 atm uzyskano temperaturę ok. −140 ºC. To wystarczyło do skroplenia sprężonego tlenu. Polecamy artykuł na ten temat w Fotonie 101 (lato 2008) – na nim oparliśmy przytoczone wartości ciśnień i temperatur.

Jedna dziesiąta temperatury normalnej w skali bezwzględnej to 27,3 K, czyli −246 ºC. Jest to wartość, przy której tlen „dawno" nie jest już gazem. Tak naprawdę, to nawet nie jest już cieczą, temperatura krzepnięcia tlenu to −219 ºC. Mol ciekłego lub stałego tlenu zajmie o wiele mniej miejsca, niż przewidują odpowiedzi A – D. **Odpowiedź E**.

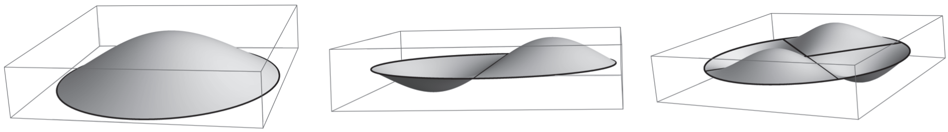
■ **6.** Ruch po łuku ze stałą (co do wartości) prędkością oznacza, że wypadkowa siła jest siłą dośrodkową, zatem jest zwrócona ku środkowi łuku. Odpowiedź A. W przypadku naszego samochodu jest to wypadkowa sił ciężkości i sprężystości podłoża.

■ **7.** Odpowiedź A. W roku 1800 William Herschel zauważył, że termometr umieszczony za pryzmatem rozszczepiającym światło Słońca wskazuje najwyższą temperaturę, gdy znajduje się w miejscu, gdzie nie widać żadnego światła, za czerwoną częścią widma. Wysunął wtedy hipotezę, że widmo słoneczne zawiera niewidoczne promieniowanie niosące ciepło. Dlaczego najwięcej ciepła niosą właśnie promienie podczerwone? Promieniowanie z tej części widma jest silnie pochłaniane przez większość ciał, a równocześnie niesie blisko połowę energii promieniowania słonecznego i ponad 90% energii promieniowania żarówki. Z kolei efekt opalania wywołany jest przez promieniowanie nadfioletowe, ponieważ skóra broni się przed wniknięciem tego promieniowania w głąb, wytwarzając i gromadząc w swej wierzchniej warstwie pochłaniający je ciemny barwnik – melaninę.

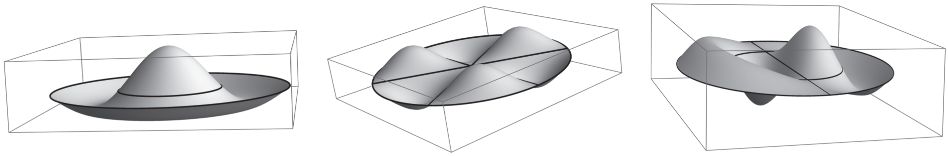
■ **8.** Już przed konkursem (ale niestety po wydrukowaniu zestawów) uświadomiliśmy sobie, jak nieostrożnie zostało sformułowane to zadanie. Dlatego zdecydowaliśmy się je anulować. W takich wypadkach, a w dziesięcioletniej historii polskiego „Lwiątka” było ich zaledwie kilka, przyznajemy uczestnikom pełną liczbę punktów za anulowane zadanie. Tutaj postaramy się wyjaśnić problem. Fizyczny, o który chodziło, oraz formalny problem z zadaniem.
Instrumenty strunowe bądź dęte (także organy piszczałkowe) wytwarzają dźwięk dzięki drganiom, w jakie wprawiana jest struna lub powietrze w rurze. W obu przypadkach mamy do czynienia z obiektem, którego jeden wymiar – długość – wyraźnie dominuje nad średnicą czy szerokością, dlatego mówimy w tym wypadku o obiektach jednowymiarowych. Powstające w nich drgania mogą mieć postać sinusoidalnych fal stojących. W przypadku struny fale takie muszą mieć węzły na końcach struny, bo końce te są zamocowane. Dla rury z powietrzem mamy więcej możliwości: gdy koniec rury jest otwarty, fala ma tam strzałkę, gdy zamknięty – węzeł. Te tzw. warunki brzegowe powodują, że długości fal stojących nie są dowolne, ale wybrane z pewnego ciągu wartości. Częstotliwości odpowiadające tym wyróżnionym długościom fali to tzw. częstotliwości drgań własnych.
Pokazujemy na rysunkach kształty fal stojących dla struny i dla fletu (rura z obu stron otwarta). Podaliśmy przykładowy układ częstotliwości tych fal.



W obu wypadkach częstotliwości własne to wielokrotności najniższej. Dla rury otwartej tylko z jednej strony (pewien rodzaj piszczałek organowych), a także klarnetu, w którym kształt ustnika sprawia, że na jego „dziobie” powstaje węzeł, jest podobnie, ale wielokrotności są tylko nieparzyste.
Pobudzenie obiektu powoduje na ogół powstanie fal będących superpozycją wielu drgań własnych. Teoretycznie – nieskończenie wielu, ale ich amplitudy są na ogół największe dla drgań o najniższej częstotliwości (bo te wymagają najniższej energii do ich wzbudzenia), a coraz mniejsze dla drgań o coraz wyższych częstotliwościach. Dźwięk, jaki usłyszymy (czyli fala akustyczna, której źródłem jest drgający obiekt), też będzie superpozycją tonów o różnych częstotliwościach, z amplitudą największą dla tonu podstawowego – tego o najniższej częstotliwości.
Wrażenie, że mimo zmieszania rożnych tonów dźwięk ma wyraźną dla ucha wysokość – właśnie wysokość tonu podstawo-



$f_{0,1} = 100$ Hz $f_{1,1} = 159$ Hz $f_{2,1} = 214$ Hz



$f_{0,2} = 230$ Hz $f_{3,1} = 265$ Hz $f_{1,2} = 292$ Hz

wego – wynika nie tylko stąd, że inne tony składowe są słabsze, ale także stąd, że są pod względem wysokości jakoś „pokrewne" podstawowemu – dobrze z nim harmonizują. Tak jest dla strun i rur – cechują się one zestawem częstotliwości własnych będących wielokrotnościami częstotliwości tonu podstawowego. Dzięki temu tony wyższe – tzw. składowe harmoniczne (inaczej zwane alikwotami) – ładnie współbrzmią z tonem podstawowym.

Sytuacja w przypadku bębna jest inna. Kołowa membrana jest fragmentem płaszczyzny, zatem jest obiektem dwuwymiarowym. Powstają również fale stojące, ale mają skomplikowane kształty, z których kilka pokazujemy na rysunku poniżej (dla częstotliwości tonu podstawowego równej 100 Hz).

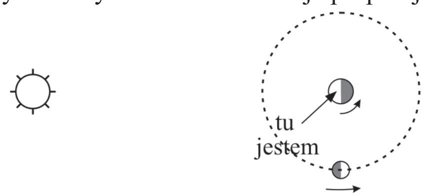
Węzły takich dwuwymiarowych fal nie są punktami, tylko leżą wzdłuż linii (rys). Tutaj te linie to średnice membrany oraz okręgi współśrodkowe z jej brzegiem. Pierwsza liczba naturalna przy symbolu częstotliwości oznacza liczbę węzłów-średnic, a druga liczbę węzłów-okręgów, łącznie z brzegiem membrany, który zawsze jest linią węzłów. Istotne jest to, że odpowiadający tym konfiguracjom zestaw częstotliwości nie jest już tak regularny, jak dla struny czy fletu. Także tutaj, w dźwięku bębna dominuje kilka tonów początkowych (w niektórych instrumentach membranowych, np. kotłach, w rezonansowym wzmocnieniu jednej częstotliwości pomaga dodatkowo korpus i słup powietrza w nim zawarty). Częstotliwości tych tonów jednak nie są całkowitymi wielokrotnościami tonu podstawowego (fala stojąca na pierwszym z rysunków), w dodatku, jest ich więcej, leżą gęściej niż co jedną częstość tonu podstawowego. Skutkiem tego dźwięk bębna jest „nieczysty" – nie słychać w nim wyraźnie częstotliwości tonu podstawowego. Stwierdzić to można zresztą „na ucho", bez studiowania fizyki.

Czytelnicy domyślają się już, że w zadaniu poprawną miała być odpowiedź D. Problem w tym, że także w przypadku bębna dalsze tony składowe niektórzy fizycy nazywają „wyższymi harmonicznymi", mimo że tony te nie harmonizują w sensie muzycznym. Nasze sformułowanie zatem niczym nie wyróżniało bębna spośród innych instrumentów. Poprawną mogła być odpowiedź „wszystkie". Takiej nie było, a zresztą trudno byłoby wymagać od maturzystów wiedzy tak zaawansowanej. Za to nieudane zadanie bardzo uczestników konkursu przepraszamy.

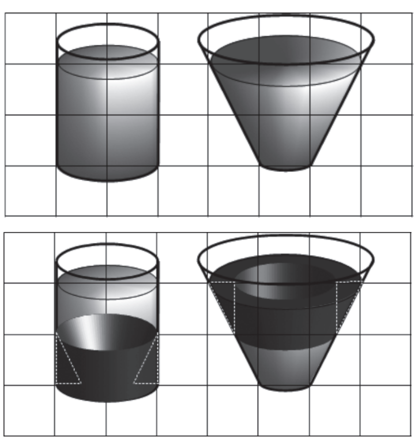
Instrumenty o kształcie sztabki i pręta też nie są dokładnie jednowymiarowe. W przybliżeniu można jednak pominąć drgania rozchodzące się w kierunku szerokości i grubości; znacznie wyższą amplitudę ma dźwięk rozchodzący się w kierunku długości. Skutkiem drgań w trzech wymiarach jest jednak fakt, że przy większej liczbie węzłów, skrajne węzły są coraz bliżej brzegów sztabki, a kolejne częstotliwości nie są dokładnymi wielokrotnościami podstawowej. Wynalazek widełek stroikowych (kamertonu) polegał na takim ukształtowaniu sztabki (lub pręta), przy którym rezonansowemu wzmocnieniu, poza tonem podstawowym, ulega dopiero ton o częstotliwości 6¼ razy wyższej, tak że słyszy się praktycznie tylko ton podstawowy.

■ **9.** Ponieważ Ziemia obraca się z zachodu na wschód, a satelita stacjonarny tkwi stale nad tym samym punktem równika, więc i on przesuwa się na tle gwiazd z zachodu na wschód. Rozumiemy, jak kusząca była odpowiedź E. Ale jednak: **odpowiedź B**.

■ **10.** Południe jest momentem, w którym obserwator znajduje się na wprost Słońca na oświetlonej części kuli ziemskiej. Jeśli wtedy dla obserwatora Księżyc jest na wschodzie, to w swym ruchu po orbicie znajduje się w położeniu pokazanym na rysunku. Wtedy w dalszym ruchu zmierza do pełni. **Odpowiedź C**. Rysunek pokazuje widok od strony bieguna północnego Ziemi, przy czym drastycznie nie zachowuje proporcji.



■ **11.** Kusząca była oczywiście odpowiedź D, bo powierzchnie zaznaczone na rysunku są dla wszystkich trzech naczyń jednakowe, trzeba jednak pamiętać, że naczynia są trójwymiarowe! W naczyniu 1 bryła zajęta przez ciecz jest walcem, w 2 i 3 stożkiem ściętym. Stożki ścięte 2 i 3 są identyczne, zatem $V_2 = V_3$. Aby porównać 1 i 2, nie potrzeba „mądrych" wzorów na objętość stożka ściętego.



Jak wspomnieliśmy, narysowane przekroje płaskie mają równe pola, a przy obracaniu trapezu i kwadratu większą objętość otoczymy trapezem – tam, gdzie trapez „wystaje" poza kwadrat, powstanie większy pierścień, niż tam, gdzie kwadrat „wystaje" poza trapez. **Odpowiedź B**. Zadanie jest bardziej z geometrii niż z fizyki.

■ **12.** W podobnych problemach działa stała „mnemotechniczna" zasada: stosunek objętości części zanurzonej V_z do „wynurzonej" V_w jest taki, jak stosunek różnic gęstości – w liczniku bierzemy różnicę między gęstością pływającego ciała ρ_c i górnej cieczy ρ_g, w mianowniku różnicę między gęstością dolnej cieczy ρ_d i pływającego ciała ρ_c. Tutaj te różnice wynoszą odpowiednio 50 kg/m^3 i 150 kg/m^3. Oznacza to, że w wodzie zanurza się jedna czwarta kulki, **odpowiedź C**. Wspomniana zasada wynika oczywiście z prawa Archimedesa. Siły wyporu ze strony obu cieczy równoważą ciężar kulki:

$$V_z \rho_d g + V_w \rho_g g = (V_z + V_w)\, \rho_c g.$$

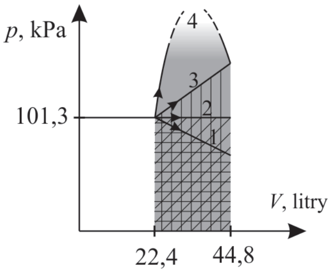
Proste przekształcenie daje $\frac{V_z}{V_w} = \frac{\rho_c - \rho_g}{\rho_d - \rho_c}$.

Jeżeli ktoś omawianej zasady nie znał, mógł po prostu ułożyć pierwsze z powyższych równań, dołączyć do niego równanie $V_z + V_w = 30$ cm^3, i rozwiązać tak powstający prosty układ równań.
W treści zadania należało chyba dodać, że kulka przykryta jest naftą całkowicie. Mamy nadzieję, że uczestnicy konkursu tak treść zadania zrozumieli.

■ **13.** Co do kierunku, jest on prostopadły do prędkości cząstki i do linii pola – jest to kierunek A – C. Co do zwrotu, dobrze jest znać którąś z mnemotechnicznych reguł typu reguły trzech palców lewej dłoni itp. Tutaj poprawna jest **odpowiedź C**.

■ **14.** Dżul razy sekunda to kg·m^2/s. A więc kg·m/s (pęd) razy m (długość). **Odpowiedź E**. Widoczna także dzięki skojarzeniu, że stała Plancka, „kwantująca" moment pędu (np. elektronu w atomie wodoru) podawana jest w jednostkach J·s.

■ **15.** Jeśli stają nam przed oczyma różne wykresy w układzie *p*–*V*, to bardzo dobrze, wszak praca jest równa polu pod takim wykresem. Jednak końcowy punkt wykresu nie jest tutaj sprecyzowany, wiemy tylko, jakiej odpowiada objętości, a ciśnienie może być dowolne. A nawet gdyby końcowy punkt był ustalony, to dojść do niego też można na wiele sposobów, obejmując pod wykresem dowolnie duże pole (por. rysunek, proces o wyższym numerze cechuje się większą pracą). Zatem nie da się tu w ogóle wskazać procesu o maksymalnej możliwej pracy. **Odpowiedź E**.



■ **16.** Warunkiem równowagi płytki jest zerowy wypadkowy moment wszystkich sił względem punktu obrotu O. Inaczej mówiąc, moment siły F_3 musi być co do wartości taki sam, jak łączny moment sił F_1 i F_2, obracających płytkę w przeciwną niż F_3 stronę. Moment liczy się, mnożąc wartość siły przez odległość punktu obrotu od kierunku siły. Dla sił F_1, F_2 i F_3 ta odległość jest jednakowa, równa długości boku płytki. Zatem wartość siły F_3 musi być taka sama, jak łączna wartość sił F_1 i F_2 **Odpowiedź B**.

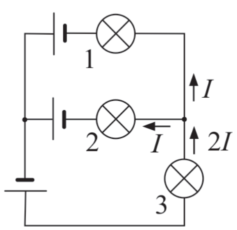
■ **17.** Kluczem do zadania jest zauważenie, że nie tylko obrót Ziemi, ale także orbitalny ruch Księżyca wokół Ziemi ma wpływ na długość trwania księżycowego „dnia". Ten orbitalny ruch odbywa się w tę samą stronę, co obrót Ziemi – z zachodu na wschód – dlatego wydłuża „dzień" księżycowy powyżej 12 h. O ile powyżej? Można szybko dokonać przybliżonej oceny: pełny obieg Księżyca wokół Ziemi trwa około 29,5 dni, zatem w ciągu połowy doby Księżyc pokonuje około 1/59 orbity, a 1/59 obrotu Ziemi trwa niecałe pół godziny. **Odpowiedź D.** Dokładny rachunek wynika z obserwacji, że w układzie związanym z bryłą Ziemi kątowa prędkość Księżyca jest różnicą kątowej prędkości obrotu dobowego Ziemi $2\pi/(24\text{ h})$ i kątowej prędkości ruchu obiegowego Księżyca $2\pi/(29{,}5\cdot 24\text{ h})$. Ostatecznie okres pozornego ruchu Księżyca po niebie wynosi $2\pi:\left(\frac{2\pi}{24\,\text{h}}-\frac{2\pi}{29{,}5\cdot 24\,\text{h}}\right)$ = 24,84 h i jego połowa (chodzi nam tylko o „dzień") to 12,42 h. (W powyższym rachunku, jak może zauważyli czytelnicy, użyliśmy doby słonecznej 24 h i miesiąca synodycznego 29,5 doby, odnosząc ruchy Ziemi i Księżyca nie do gwiazd, ale do linii Ziemia-Słońce. Równie dobrze można by jednak przyjąć gwiazdy za układ odniesienia, z dobą gwiazdową 23,93 h i miesiącem syderycznym 27,3 doby. Tych zaś czytelników, którzy nie są obeznani z owymi rozróżnieniami, zachęcamy do poszukania odpowiednich haseł np. w Wikipedii).

■ **18.** To też jest zadanie raczej z geometrii, a nie z fizyki, bo problem sprowadza się do podziału na części o równych polach. Odcięty od góry trójkąt jest podobny do wyjściowego, a jeśli ma mieć pole dwa razy mniejsze, musi być doń podobny w skali $1:\sqrt{2}$. Trzeba więc poprowadzić cięcie w odległości $\frac{1}{\sqrt{2}}$ m od górnego wierzchołka, czyli $\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ m od dolnego. **Odpowiedź B.**

■ **19.** Najprostszy sposób „zaatakowania" tego zadania, to zapytać, kiedy w równaniu soczewki $1/x + 1/y = 1/f$ możliwa jest zamiana ról: aby to y było odległością przedmiotu od soczewki, a x odległością obrazu. W zadaniu mowa o przedmiocie rzeczywistym, zatem x jest dodatni. Aby zamiana ról była możliwa, także y musi być dodatnie, a to oznacza, że obraz O jest rzeczywisty. **Odpowiedź C.** Obraz jest wtedy z konieczności odwrócony (co wyklucza E). Nie wystarczy, aby soczewka była skupiająca, bo takowa wytwarza także obrazy pozorne (a więc nie B).

■ **20.** Gdy stolik stoi nieruchomo, obie pary nóg naciskają jednakowo na podłogę. Gdyby tak było także przy przesuwaniu, również siły tarcia byłyby dla wszystkich nóg jednakowe. Wydaje się, być może, że przesuwanie pod działaniem poziomej siły nie powinno mieć wpływu na konfigurację sił pionowych. A jednak ma wpływ. Stolik nie obraca się przy przesuwaniu (w takim sensie, że blat pozostaje wciąż poziomy). A to oznacza, że momenty wszystkich sił działających na stół, liczone np. względem środka masy, równoważą się. Niezrównoważone momenty poziomych sił tarcia obracałyby stół w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (na rysunku). Muszą zostać zrównoważone momentami pionowych sił, jakimi podłoga działa na nogi stołu. Działa zatem silniej na przednie nogi niż na tylne. Zatem przedniej silnie naciskają na podłogę niż tylne. A jeśli silniej naciskają, to i ich tarcie jest większe. Między sytuacjami 1 i 2 nie ma pod tym względem różnicy. **Odpowiedź B**. Zadanie pokazuje, jak mylne jest wyobrażenie, że np. popychany klocek trze jednakowo mocno całą opartą o podłoże powierzchnią. Z przodu tarcie jest większe.

■ **21.** Wystarczy „wziąć pod lupę” punkt, w którym łączą się końcówki wszystkich trzech żaróweczek. W stronę 1 i 2 muszą płynąć z tego punktu prądy o jednakowym natężeniu – na schemacie nic nie wyróżnia 1 w stosunku do 2 ani 2 w stosunku do 1, co od razu widać, gdy trochę „poprawimy” schemat, jak na rysunku. Zatem 1 i 2 świecą tak samo jasno. Do wspomnianego punktu tyle samo dopływa co odpływa, zatem od strony 3 dopływa prąd o dwa razy większym natężeniu, niż płynący przez 1 lub przez 2. Żaróweczka 3 świeci więc mocniej. **Odpowiedź B**.



■ **22.** To typowe zadanie, w którym fizyki opisywanych zjawisk rozumieć nie trzeba, wystarczy sprawdzić jednostki. Co bywa niestety żmudne. Największy kłopot mogło sprawić odtworzenie jednostki μ_0. Współczynnik ten pojawia się we wzorach na indukcję magnetyczną zwojnicy lub pojedynczego przewodu. Ten ostatni to $B = \frac{\mu_0 I}{r}$. Stąd $[\mu_0] = \frac{\mathrm{T \cdot m}}{\mathrm{A}}$ (nawias kwadratowy, według już prawie zapomnianej konwencji, oznacza tutaj wymiar wielkości). Zamieńmy jeszcze teslę na N/(A·m) i amper na C/s:

$$[\mu_0] = \frac{\left(\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A \cdot m}}\right) \cdot \mathrm{m}}{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2} = \frac{\mathrm{N \cdot s^2}}{\mathrm{C}^2}.$$

Z podanych możliwości mamy wybrać wzór na moc, mającą jednostki Nm/s. Niuton „tkwi” w μ_0, aby zaś „znikły” kulomby, we wzorze musi być q^2 w liczniku. Spójrzmy dalej na metry: aby otrzymać je w pierwszej potędze, należy wybrać **odpowiedź D**. Sekundy też się wtedy zgadzają.

■ **23.** Rozpad promieniotwórczy uranu zachodzi cały czas, nie trzeba nań czekać cztery i pół miliarda lat. Liczba jąder rozpadających się w ciągu sekundy to tzw. aktywność próbki. Zależy ona w oczywisty sposób od aktualnej liczby jąder – jest do niej proporcjonalna (dwa razy więcej jąder w próbce oznacza dwa razy więcej rozpadów w ciągu sekundy!).
Jeżeli w jakimś złożu uranu aktywność radu byłaby mniejsza niż aktywność pozostałego uranu (możemy w uproszczeniu przyjąć, że rad powstaje z uranu bezpośrednio), to ilość jąder radu rosłaby w czasie, rosłaby zatem także aktywność aż do zrównania z aktywnością uranu. Podobnie, gdyby aktywność radu była większa niż aktywność pozostałego uranu, ilość jąder radu malałaby w czasie, malałaby zatem także aktywność radu, także aż do zrównania z aktywnością uranu. Wynika z tego, że stabilny stan to taki, w którym aktywności radu i uranu są jednakowe (ten stan to tzw. równowaga wiekowa). To oznacza, że w ciągu sekundy tyle jąder radu, ile powstaje z uranu, tyle ulega dalszemu rozpadowi. Ilość radu zatem nie zmienia się. **Odpowiedź C**.
Przyglądając się procesowi trochę dokładniej, stwierdzamy, że ponieważ ilość uranu w złożu maleje, to i aktywność uranu maleje, zatem maleje także aktywność radu, czyli maleje także ilość radu. Ale ten spadek, wykładniczy, jest niezmiernie powolny – zachodzi z okresem półrozpadu uranu.

■ **24.** Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne polega na wybijaniu elektronów z powierzchni metalu. Aby w ten sposób rozładować naładowaną płytkę, musi mieć ona nadmiar elektronów, czyli być naładowana ujemnie. Uwolnienie elektronów spowoduje ich nadmiar w sąsiedztwie drugiego elektroskopu, naładowanego dodatnio, co sprawi, że i ten się rozładuje. **Odpowiedź D**.

■ **25.** Odwołajmy się do równania Clapeyrona: $pV = nRT$. Wyliczmy z niego temperaturę: $T = \frac{pV}{nR}$. Jeśli n jest proporcjonalne do V, a p odwrotnie proporcjonalne do V, to licznik tego ułamka jest stały, a mianownik proporcjonalny do V. Ostatecznie T jest odwrotnie proporcjonalne do V. **Odpowiedź D**.

■ **26.** Ścisłe matematyczne potraktowanie problemu, to pytanie o maksymalną wartość funkcji $\frac{1}{\frac{1}{x}+\frac{1}{y}}$ (czyli po uproszczeniu $\frac{xy}{x+y}$), gdy suma $x + y$ pozostaje stała (w zakresie dodatnich wartości x i y). Jeśli $x + y = 4$, to $\frac{x(4-x)}{4}$ jest funkcją kwadratową zmiennej x, przyjmującą największą wartość 1 dla $x = 2$. **Odpowiedź D**.

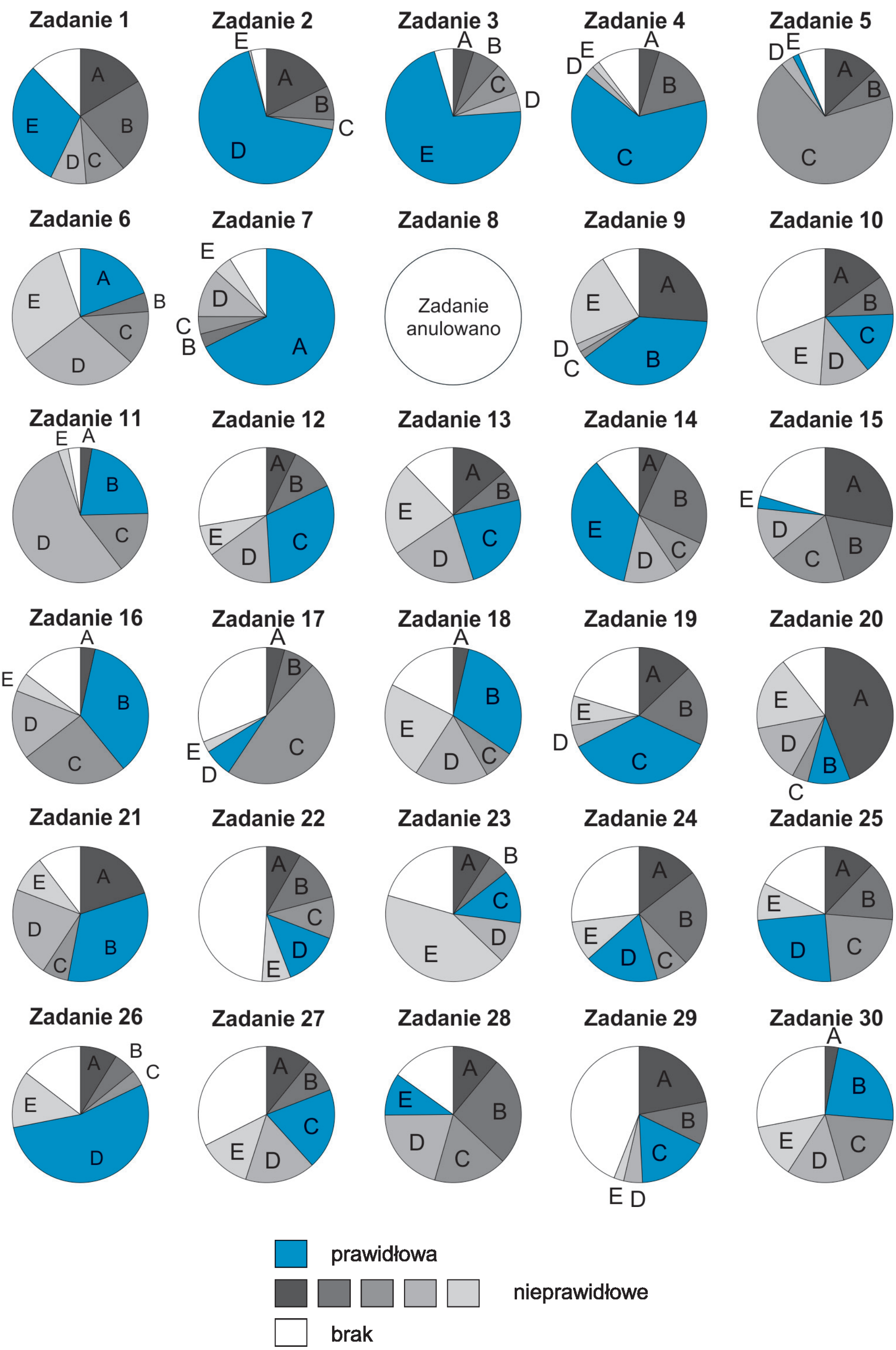
■ **27.** Sposób I, z kalkulatorem. Poziom natężenia w decybelach obliczany jest jako $10 \cdot \log(I/I_0)$, gdzie: log to logarytm dziesiętny, I to natężenie dźwięku w watach na metr kwadratowy, a I_0 oznacza pewną bazową wartość natężenia, względem której mierzymy inne (przyjęto umownie $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2). Teraz $10\log\frac{I/2}{I_0} = 10\log\frac{I}{I_0} - 10\log 2$, zatem poziom natężenia maleje o $10 \cdot \log 2$, czyli o około 3 decybele. **Odpowiedź C**. Warto na konkursie mieć porządny kalkulator (tzw. „naukowy"), z logarytmami, sinusami itd.

Sposób II, bez kalkulatora: Jeżeli go nie mamy, to zadanie można rozwiązać „na chłopski rozum". Poziom natężenia jest miarą logarytmiczną, a więc wykładnikiem potęgi. Obniżenie poziomu natężenia o 1 B (bel), czyli 10 dB odpowiada dziesięciokrotnemu zmniejszeniu natężenia. Niech x oznacza szukaną wartość. Jeżeli obniżenie poziomu natężenia o x odpowiada zmniejszeniu natężenia o połowę, to obniżenie poziomu o $3x$ odpowiada zmniejszeniu ośmiokrotnemu, 2^3 razy, a więc mniej niż o 1 bel, podczas gdy obniżenie poziomu o $4x$ odpowiada już szesnastokrotnemu zmniejszeniu natężenia. Zatem $3x$ to trochę mniej, a $4x$ to sporo więcej niż 10 dB. Stąd x jest liczbą nieco mniejszą od $\frac{10}{3}$ dB a wyraźnie większą od $\frac{10}{4}$ dB, co jednoznacznie wskazuje na **odpowiedź C**.

■ **28.** Przez żaden fragment obwodu nie płynie prąd, bo idealne woltomierze nie przewodzą. Zatem punkty zwarte opornikiem mają taki sam potencjał (różnica potencjałów między końcami opornika stawiającego opór R wynosi RI, więc jest równa zeru przy $I = 0$). Tym samym górny woltomierz pokazuje zero. Gdy wzdłuż obwodu idziemy od opornika ku dolnemu woltomierzowi od lewej, bateryjka obniża potencjał o 6 V, a gdy od prawej, bateryjka podwyższa potencjał o 6 V. W konsekwencji dolny woltomierz pokazuje 12 V. **Odpowiedź E**. Gdyby opornik odłączyć, oba woltomierze pokazywałyby po 6 V.

■ **29.** Siła działająca na kosmonautę jest równa szybkości zmian jego pędu w czasie – to stwierdza II zasada dynamiki! A zmiana pędu kosmonauty jest co do wartości równa pędowi wysyłanego światła. Laser w ciągu sekundy wysyła światło o energii 9 J. Pęd światła to energia dzielona przez prędkość światła, w ciągu sekundy to zatem 9 J : $(3 \cdot 10^8$ m/s$) = 3 \cdot 10^{-8}$ kg·m/s. Na kosmonautę działa więc siła $3 \cdot 10^{-8}$ kg·m/s^2 = $3 \cdot 10^{-8}$ N. Aby obliczyć przyspieszenie, należy wartość siły podzielić przez masę kosmonauty. **Odpowiedź C**.

■ **30.** Odbijanie się pingwinów od siebie skutkuje taką samą zmianą ich układu na krze, jak gdyby zwyczajnie przez siebie przenikały, wszak tożsamość pingwinów nie ma znaczenia. Dlatego maksymalny czas to czas najdłuższej możliwej wędrówki pojedynczego pingwina, tak jakby tylko on jeden znajdował się na krze. Jest to czas przejścia ze skrajnego położenia ku przeciwnemu końcowi kry. Tutaj odległemu o 45 metrów. **Odpowiedź B**. Pomysłu na to zadanie nie stworzyliśmy sami – należy do skarbca tradycji w dziedzinie łamigłówek i zagadek logicznych.


Zadanie 1
Zadanie 2
Zadanie 3
Zadanie 4
Zadanie 5
Zadanie 6
Zadanie 7
Zadanie 8
Zadanie anulowano
Zadanie 9
Zadanie 10
Zadanie 11
Zadanie 12
Zadanie 13
Zadanie 14
Zadanie 15
Zadanie 16
Zadanie 17
Zadanie 18
Zadanie 19
Zadanie 20
Zadanie 21
Zadanie 22
Zadanie 23
Zadanie 24
Zadanie 25
Zadanie 26
Zadanie 27
Zadanie 28
Zadanie 29
Zadanie 30
prawidłowa
nieprawidłowe
brak

Lwiątko 2012 - sprawozdanie

Statystyka

Konkurs nadal cieszy się dużą popularnością. W obecnej edycji konkursu wzięło udział około 20000 uczestników z prawie 1400 szkół. Tradycyjnie w konkursie wzięły udział szkoły we Lwowie oraz w czeskim Cieszynie. Rekordowo z jednej szkoły zgłoszono 111 uczniów, z pięćdziesięciu trzech szkół po jednym. Średnia liczba uczestników z jednej szkoły wyniosła 15,8 a mediana 11. Około 43% uczestników to uczniowie gimnazjów, pozostali to uczniowie szkół ponadgimnazjalnych.

Wyniki

Średnie oraz mediany liczby zdobytych punktów na poszczególnych poziomach:

Klasa	gimnazjum		liceum i technikum		
	1-2	3	I	II	III i IV
Średnia	58,31	52,83	50,09	42,98	49,28
Mediana	56,25	49,25	48,50	40,50	46,50

Zadania okazały się być łatwiejsze niż w zeszłym roku, co znalazło potwierdzenie po podliczeniu wyników. Średni wynik to ok. 51 pkt. na 150 możliwych do zdobycia (przypominamy, że na starcie uczeń otrzymuje 30 pkt., za poprawną odpowiedź otrzymuje 3, 4 lub 5 pkt. w zależności od trudności, za złą odpowiedź są punkty ujemne). Co się tyczy nagród – każdy uczestnik otrzymał jubileuszowy plakat ze zdjęciami astronomicznymi pochodzącym z NASA. Zwycięzcy otrzymali dyplomy oraz nagrody książkowe – między innymi książki popularnonaukowe i albumy. Wszyscy nauczyciele, którzy zorganizowali konkurs w swojej szkole otrzymali pisemne podziękowania, nauczyciele przygotowujący zwycięzców do konkursu – gratulacje (będzie się czym pochwalić robiąc awans zawodowy).

Jak to już zwykle bywa, tak i w tej edycji konkursu, niektóre zadania konkursowe były powodem dyskusji na naszym forum internetowym. Pojawiło się wiele pytań typu „dlaczego ta odpowiedź jest poprawna?”. Cieszy nas fakt, że odpowiedzi na takie pytania często udzielają inni uczestnicy konkursu skrupulatnie wyjaśniając wszelakie niuanse i „haczyki” ukryte w treści zadań.

A oto najlepsze rezultaty:

Klasa 1-2 gimnazjum

1. **Piotr Kubala**, Gimnazjum nr 2 im. Mikołaja Kopernika, Tarnów, **140,75 pkt.**
2. **Konrad Topolski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących, Zaklików, **140,00 pkt.**
3. **Marcin Koźbiał**, Szkoły Sióstr Felicjanek im. bł. M. A. Truszkowskiej, Warszawa, **137,50 pkt.**

4-5. **Tomasz Dybowski**, Gimnazjum nr 1 im. P. Wybickiego, Lębork, **135,00 pkt.**
4-5. **Stanisław Tomaszczyk**, Gimnazjum nr 1 im. P. Wybickiego, Lębork, **135,00 pkt.**
6. **Michał Filipiuk**, Gimnazjum 1 im. Powstańców Warszawy, Piaseczno, **134,75 pkt.**
7. **Wojciech Proc**, Gimnazjum nr 1 im. P. Wybickiego, Lębork, **132,50 pkt.**

8-9. **Tomasz Dzięcioł**, Gimnazjum im. płk. K. Zenktelera, Buk, **130,00 pkt.**
8-9. **Adam Kucz**, Zespół Szkół nr 2, Rybnik, **130,00 pkt.**
10-11. **Jolanta Mędyk**, Zespół Szkół Ogólnokształcących, Zaklików, **128,75 pkt.**
10-11. **Mateusz Sieniawski**, Gimnazjum nr 2 im. K.I. Gałczyńskiego, Olsztyn, **128,75 pkt.**

Klasa 3 gimnazjum

1. **Konrad Majewski**, Gimnazjum z Oddz. Dwujęzycznymi nr 42, Warszawa, **141,25 pkt.**
2. **Adam Nałęcz-Jawecki**, Zespół Szkół Ogólnokszt. nr 1 STO, Warszawa, **137,50 pkt.**
3. **Kamil Kaczmarek**, ZSO nr 10, Gimnazjum Dwujęzyczne, Poznań, **136,25 pkt**.
4. **Paweł Solecki**, Gimnazjum z Oddz. Dwujęzycznymi nr 42, Warszawa, **134,50 pkt.**

5. **Filip Moldzyński**, Zespół Szkół nr 51 im. Ignacego Domeyki, Warszawa, **134,25 pkt.**
6. **Konrad Paluszek**, Gimnazjum z Oddz. Dwujęzycznymi nr 42, Warszawa, **131,25 pkt.**
7. **Ewa Zielińska**, Zespół Szkół UMK Gimnazjum i Liceum Akademickie, Toruń, **130,00 pkt.**
8-11. **Aleksander Krochmal**, Gimnazjum z O.D. nr 42, Warszawa, **127,50 pkt.**
8-11. **Mateusz Trzaska**, Publiczne Gimnazjum, Białobrzegi, **127,50 pkt.**
8-11. **Maciej Kucharski**, Zespół Szkół Nr 14, Wrocław, **127,50 pkt.**
8-11. **Bartosz Sójka**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1, Jelenia Góra, **127,50 pkt**.

Klasa I liceum i technikum
1. **Paweł Zalecki**, V LO im. Witkowskiego, Kraków, **137,50 pkt.**
2. **Grzegorz Adamski**, Gimnazjum i Liceum im. ks. P. Skargi, Szamotuły, **123,75 pkt.**
3. **Adam Szwajcowski**, I LO im. Kromera, Gorlice, **119,50 pkt.**
4. **Jakub Lawryn**, II LO, Gdynia, **118,50 pkt.**
5-7. **Jan Filipowicz**, XII LO, Łódź, **115,00 pkt.**
5-7. **Mateusz Michalewski**, Prywatne LO im. Królowej Jadwigi, Lublin, **115,00 pkt.**
5-7. **Krzysztof Szwed**, XXVII LO im. T. Czackiego, Warszawa, **115,00 pkt.**
8. **Marek Mystkowski**, I LO im. Mickiewicza, Białystok, **113,25 pkt.**
9. **Wojciech Micał,** LO im. KEN, Stalowa Wola, **112,50 pkt.**
10. **Piotr Pytlowski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących Nr 2, Olsztyn, **109,75 pkt.**
11. **Łukasz Lampart**, LO im. Jana Pawła II, Sióstr Prezentek, Rzeszów, **109,50 pkt.**

Klasa II liceum i technikum
1. **Kacper Oreszczuk**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 6, Radom, **138,75 pkt.**
2. **Kamil Dzikowski**, Zespół Szkół nr 14, Wrocław, **130,00 pkt.**
3. **Katarzyna Kosowska**, LO im. Armii Krajowej, Białobrzegi **123,75 pkt.**
4. **Michał Sułek**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7, Szczecin, **120,75 pkt.**
5. **Michał Hamuda**, II LO im. Króla Jana III Sobieskiego, Kraków, **118,50 pkt.**
6. **Jakub Zieliński**, LO nr 3, Wrocław, **117,50 pkt.**
7. **Maksymilian Wojtas**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7, Szczecin, **116,50 pkt.**
8. **Piotr Morawiecki,** Międzynarodowe LiO Meridian, Warszawa, **113,75 pkt.**
9. **Robert Ferens**, Zespół Szkół nr 2, Rybnik, **112,00 pkt.**
10. **Tomasz Lech**, ZSZ im. Kard. Stefana Wyszyńskiego, Dynów, **111,25 pkt.**

Klasa III liceum i technikum
1. **Waldemar Kluk**, III LO, Rzeszów, **150,00 pkt.**
2. **Konrad Szymański**, V LO, Kraków, **135,00 pkt.**
3. **Oskar Słowik**, Zespół Szkół nr 2, Wałbrzych, **118,25 pkt.**
4. **Dariusz Matlak**, II LO im. Króla Jana III Sobieskiego, Kraków, **118,00 pkt.**
5. **Łukasz Dunaj**, LO, Ropczyce, **113,75 pkt.**
6. **Jakub Pawlikowski**, LO nr 3, Wrocław, **113,50 pkt.**
7. **Radosław Piórkowski**, II LO im. gen. Andersa, Chojnice, **111,25 pkt.**
8-9. **Dawid Nizioł**, Zespół Szkół Ogólnokształcących, Zaklików, **110,00 pkt.**
8-9. **Ireneusz Szulc**, I LO im. Czarnieckiego, Chełm, **110,00 pkt.**
10-14. **Mateusz Broda**, LO, Ropczyce, **108,75 pkt.**
10-14. **Izabela Budzyńska**, Zespół Szkół Ogólnokształcących, Zaklików, **108,75 pkt.**
10-14. **Roman Chomik**, I LO im. W. Broniewskiego, Bełchatów, **108,75 pkt.**
10-14. **Filip Ficek**, V LO im. A. Witkowskiego, Kraków, **108,75 pkt.**
10-14. **Kamil Grabski**, I LO im. A. Mickiewicza, Stargard Szczeciński, **108,75 pkt.**

Jak zwykle najlepsi otrzymali nagrody oraz honorowe tytuły:
„**hiperon Ω**” - dla osób, które otrzymały co najmniej 125 punktów,
„**kaon**” - dla osób, które otrzymały co najmniej 100 i mniej niż 125 punktów,
„**taon**” - dla osób, które otrzymały co najmniej 75 i mniej niż 100 punktów.
Wszystkim uczestnikom oraz ich nauczycielom gratulujemy uzyskanych rezultatów i zapraszamy do wzięcia udziału w kolejnej edycji Konkursu Lwiątko.

Organizatorzy

Spis treści

Broszurkę wyprodukowano na potrzeby
Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”
Egzemplarz bezpłatny
Rozwiązania zadań opracowali *Piotr Goldstein i Adam Smólski*

Skład i łamanie *Witold Zawadzki*
Druk *Drukarnia Kolumb* Siemianowice Śl.
Nakład 3000 egz.