

**Polsko-Ukraiński
Konkurs Fizyczny**

Lwiątko 2013

Zadania z rozwiązaniami



Kraków 2013

Lwiątko ze Lwowa

Po raz kolejny oddajemy do Państwa rąk broszurę zawierającą zadania z Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego Lwiątko – tym razem z 2013 r.

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 „Lwiątko” 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. Podchwyceno 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. Konkurs cieszy się przyjaźnią znanych czasopism dla nauczycieli fizyki i uczniów: „Foton” i „Neutrino”.

W 2013 roku konkurs odbył się 25 marca. Była to już jedenasta edycja konkursu. Kolejna edycja konkursu fizycznego Lwiątko już wkrótce, dokładnie **31 marca 2014 roku**, jak zwykle w poniedziałek! Z przyjemnością informujemy, że Patronat Honorowy nad „Lwiątkiem” objął Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Tym samym wyróżniono organizowane przez nas przedsięwzięcie jako skuteczną motywację uczniów do zdobywania wiedzy, a także jako sposób uzupełniania programu zajęć szkolnych.

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. Leżąc w bezchmurną noc na brzuchu, głową na północ, Lwiątko widzi w pewnej chwili Wielki Wóz dokładnie nad swoją głową. Po dwóch godzinach Lwiątko widzi Wielki Wóz

- A. w dalszym ciągu dokładnie nad swoją głową,
B. na prawo,
C. na lewo,
D. przesunięty w stronę swoich przednich łap,
E. przesunięty na południe.

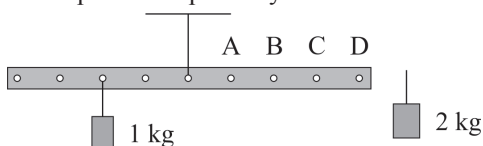
■ 2. Wielki Wybuch, który dał początek naszemu Wszechświatowi, nastąpił około

- A. 14 tysięcy lat temu,
B. 14 tysięcy lat p.n.e.,
C. 14 milionów lat temu,
D. 14 miliardów lat temu,
E. 14 bilionów lat temu.

■ 3. Piorun uderza w odległości 3 km od obserwatora. Czas, który mija pomiędzy zauważeniem przez niego błysku a usłyszeniem grzmotu, wynosi około

- A. 1/9 s, B. 1/3 s, C. 1 s, D. 3 s, E. 9 s.

■ 4. Podziurkowaną metalową listwę powieszono za środkową dziurkę, jak pokazuje rysunek. Do której dziurki należy podczepić ciężarek 2 kg, aby listwa była w równowadze w położeniu poziomym?



E. Do odpowiedzi konieczna jest znajomość masy listwy.

■ 5. W termosie zmieszano 1 litr soku o temperaturze 20 °C i 500 cm³ takiego samego soku o temperaturze 60 °C. Końcowa temperatura mieszaniny wynosi

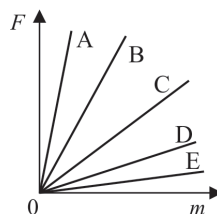
- A. ok. 33 °C, B. ok. 40 °C, C. ok. 47 °C.
D. Do obliczenia końcowej temperatury mieszaniny potrzebna jest dodatkowo znajomość ciepła właściwego soku.

E. Do obliczenia końcowej temperatury mieszaniny potrzebna jest dodatkowo znajomość gęstości soku.

- 6. Gwiazda Polarna należy do konstelacji
A. Małego Wozu,
B. Wielkiego Wozu,
C. Krzyża Południa,
D. Korony Północnej,
E. Oriona.

■ 7. Wykres przedstawia zależność wartości siły grawitacji F działającej na ciało od masy m tego ciała na powierzchniach pięciu ciał niebieskich wymienionych w tabeli (g – przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciała niebieskiego). Który wykres odnosi się do Wenus?

ciało niebieskie	$g \text{ (m/s}^2\text{)}$
Księżyc	1,6
Wenus	8,9
Mars	3,7
Jowisz	25
Pluton	0,65



■ 8. Całkowite zaćmienie Słońca jest widoczne z Ziemi,

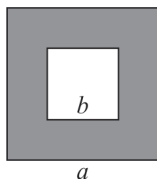
- A. gdy Księżyc rzuca cień na tarczę Słońca,
B. gdy Ziemia rzuca cień na tarczę Księżyca,
C. gdy Ziemia przesłoni tarczę Słońca,
D. gdy Księżyc przesłoni tarczę Słońca.
E. Nigdy nie jest widoczne z Ziemi.

■ 9. Zgodnie z prawem Coulomba wartość siły elektrostatycznej oblicza się ze wzoru $F = k \frac{Qq}{r^2}$ (Q, q to wartości bezwzględne oddziałujących ładunków, r – odległość pomiędzy ładunkami). Jednostką stałej k jest (C oznacza *kulomb*, jednostkę ładunku elektrycznego)

- A. $\frac{\text{N} \cdot \text{C}^2}{\text{m}^2}$, B. $\frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$, C. $\frac{\text{m}^2}{\text{N} \cdot \text{C}^2}$,
D. $\frac{\text{N}}{\text{m}^2 \cdot \text{C}^2}$, E. $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

■ 10. Płaską, kwadratową metalową płytkę o boku a , z kwadratowym otworem o boku b ($b < a$), umieszczonym w jej środku, ogrzano nad palnikiem gazowym. Co się stało z wymiarami płytki? ($\uparrow$ – wzrasta, $\downarrow$ – maleje, $\leftrightarrow$ – pozostaje bez zmian)

- A. $a \uparrow, b \downarrow$,
 B. $a \uparrow, b \uparrow$,
 C. $a \uparrow, b \leftrightarrow$,
 D. $a \leftrightarrow, b \uparrow$,
 E. $a \leftrightarrow, b \downarrow$.



Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Gumowa piłeczka spadająca z wysokości 1 m (prędkość początkowa zero) po odbiciu wzniosła się na wysokość 0,8 m. Z jakiej wysokości powinna spadać, by wznieść się na wysokość 1 m? Przyjmij, że procentowa strata energii przy odbiciu jest taka sama oraz że można pominąć opór powietrza.

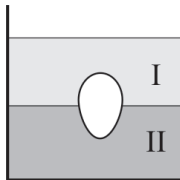
- A. 1,2 m. B. 1,25 m. C. 1,4 m.
 D. 1,8 m. E. 2 m.

■ 12. Jaką maksymalną wysokość może osiągnąć słupek przegotowanej wody w zamkniętej od góry rurce o długości 20 m i średnicy 1 cm, stojącej pionowo w wiadrze przegotowanej wody? Ciśnienie otaczającego powietrza wynosi 1013 hPa.

- A. Około 1 m. B. Około 5 m.
 C. Około 10 m. D. Około 15 m.
 E. Tak dużą, jak długość rurki, czyli w tym przypadku 20 m.

■ 13. Średnia gęstość jajka kurzego jest większa niż gęstość wody, ale mniejsza niż gęstość nasyconego roztworu soli w wodzie, natomiast gęstość oleju jest mniejsza niż gęstość wody. Na rysunku przedstawiono surowe jajko pływające na granicy dwóch cieczy. Jakich?

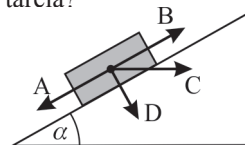
- A. I – nasycony roztwór soli w wodzie, II – olej.
 B. I – olej, II – woda.
 C. I – olej, II – nasycony roztwór soli w wodzie.
 D. I – woda, II – olej.
 E. I – nasycony roztwór soli w wodzie, II – woda.



■ 14. Wskazówka minutowa zegara tarczowego spotyka się ze wskazówką godzinową dokładnie o godz. 12:00. Wskazówki te spotkają się ponownie po upływie

- A. $\frac{10}{11}$ h, B. $\frac{11}{12}$ h, C. 1 h,
 D. $\frac{12}{11}$ h, E. $\frac{11}{10}$ h.

■ 15. Na równi pochyłej spoczywa klocek. W którą stronę zwrócona jest działająca na niego siła tarcia?



E. Siła tarcia w tym przypadku jest równa zero.

■ 16. Jakiej siły trzeba użyć, aby skrzynię o masie 5 kg podnieść ruchem jednostajnie przyspieszonym pionowo w górę z przyspieszeniem 2 m/s^2 ? Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A. 10 N. B. 40 N. C. 50 N.
 D. 60 N. E. 110 N.

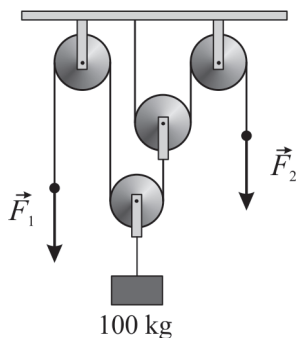
■ 17. Jeden z poniższych wzorów opisuje wartość prędkości fali na sznurze (F – siła naciągu sznura, l – długość sznura, m – masa sznura). Który?

- A. $\sqrt{\frac{F \cdot l}{m}}$, B. $\sqrt{\frac{F \cdot m}{l}}$, C. $\sqrt{\frac{l \cdot m}{F}}$,
 D. $\sqrt{\frac{l}{F \cdot m}}$, E. $\sqrt{\frac{F}{m \cdot l}}$.

■ 18. W pociągu, pod sufitem przedziału, ktoś umieścił zaśniewzone narty. Przedział jest ogrzewany i ma zamknięte okna. Gdy pociąg stoi, krople wody kapią na podłogę przedziału pionowo. Gdy pociąg jedzie po prostej ze stałą prędkością, krople spadają

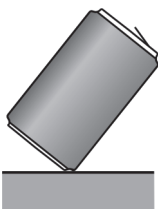
- A. na ten sam punkt podłogi, co na postoju,
 B. na punkt przesunięty w stronę jazdy pociągu,
 C. na punkt przesunięty w stronę przeciwną do jazdy pociągu,
 D. na punkt przesunięty w bok, w poprzek wagonu.
 E. Odpowiedź zależy od temperatury w przedziale.

■ **19.** Jakich sił F_1 i F_2 trzeba użyć, aby utrzymać nieruchomo ładunek? Bloki i liny są nieważkie. Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A. $F_1 = F_2 = 500 \text{ N}$.
- B. $F_1 = F_2 = 250 \text{ N}$.
- C. $F_1 \approx 667 \text{ N}$, $F_2 \approx 333 \text{ N}$.
- D. $F_1 = 500 \text{ N}$, $F_2 = 250 \text{ N}$.
- E. $F_1 = 250 \text{ N}$, $F_2 = 500 \text{ N}$.

■ **20.** Zwykłą, aluminiową puszkę po napoju o pojemności 330 ml chcemy ustawić swobodnie pod pewnym kątem do powierzchni stołu, jak na rysunku. Co trzeba zrobić, żeby sztuczka się udała?

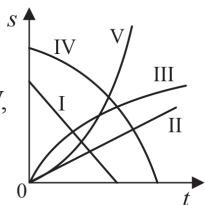


- A. Napełnić puszkę całkowicie wodą.
- B. Napełnić puszkę mniej więcej do połowy wodą.
- C. Wypompować z puszki powietrze.
- D. Sztuczka udaje się z pustą puszką.
- E. Nigdy nie uda się ustawić puszki w sposób pokazany na rysunku.

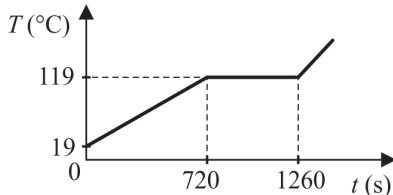
Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Zależność drogi s od czasu t w ruchu jednostajnie opóźnionym może przedstawiać

- A. tylko wykres I,
- B. wykres I lub II,
- C. tylko wykres III,
- D. tylko wykres III lub IV,
- E. wykres III, IV lub V.



■ **22.** Zależność temperatury 1 kg siarki od czasu przedstawiono na wykresie. Siarkę ogrzewano w stałym tempie. Ciepło właściwe siarki w stanie stałym wynosi $c_{\text{wł}} = 707 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$. Ciepło topnienia siarki jest równe około



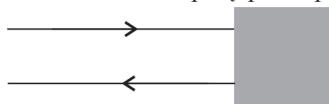
- A. 124 kJ/kg, B. 95 kJ/kg, C. 71 kJ/kg,
- D. 53 kJ/kg, E. 41 kJ/kg,

■ **23.** Jeszcze kilkanaście lat temu w prognozie pogody podawano ciśnienie atmosferyczne jednocześnie w dwóch jednostkach, np. 1013 hPa i 760 mm Hg (milimetrów słupa rtęci). Osoba, która potrafi udźwignąć maksymalnie 9 kg cukru w lekkim worku, podniosłaby także wiadro o masie 2 kg zawierające

- A. 0,5 litra rtęci, ale nie podniesie wiadra, w którym jest 0,6 litra rtęci,
- B. 0,6 litra rtęci, ale nie podniesie wiadra, w którym jest 0,8 litra rtęci,
- C. 2 litry rtęci, ale nie podniesie wiadra, w którym jest 5 litrów rtęci,
- D. 5 litrów rtęci, ale nie podniesie wiadra, w którym jest 6 litrów rtęci,
- E. 6 litrów rtęci, ale nie podniesie wiadra, w którym jest 8 litrów rtęci.

■ **24.** Dla zmniejszenia długości układów optycznych można „zawrócić” bieg światła, odbijając je od pary zwierciadeł, przez co światło biegnie tak, jak na rysunku.

Szary kwadrat zasłania parę prostopadłych



do siebie zwierciadeł. Promień padający na pierwsze zwierciadło musi tworzyć z linią do niego prostopadłą kąt (jest to tzw. kąt padania)

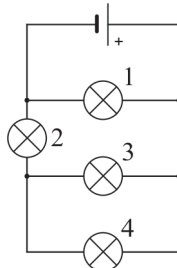
- A. koniecznie 30° , B. koniecznie 45° ,
- C. koniecznie 60° , D. koniecznie 90° ,
- E. Inna odpowiedź.

■ 25. Sześć kół zębatach umocowano w szeregu jedno obok drugiego, tak że pierwsze i ostatnie styka się tylko z jednym sąsiadem, a cztery środkowe – z dwoma sąsiadami każde. Drugie koło ma promień dwa razy większy niż pierwsze; trzecie – promień trzy razy mniejszy niż drugie, czwarte – promień cztery razy większy niż trzecie itd. Pierwsze koło wykonuje n obrotów na minutę. Ile obrotów na minutę wykonuje koło nr 5?

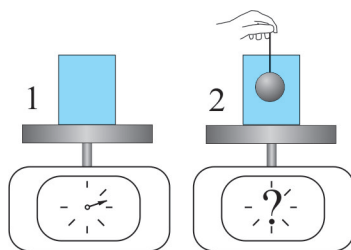
- A. $\frac{3}{10}n$, B. $\frac{8}{15}n$, C. $\frac{10}{3}n$,
D. $\frac{15}{8}n$, E. $\frac{16}{15}n$.

■ 26. Żaróweczki są jednakowe. Symbol żaróweczki to $\otimes$, symbol baterijki to $\begin{smallmatrix} + \\ | \\ - \end{smallmatrix}$. Które żaróweczki świecą?

- A. Wszystkie.
B. Tylko 1.
C. Tylko 2 i 4.
D. Tylko 2.
E. Żadna.



■ 27. Do szklanki pełnej wody włożono stalową kulkę na nitce (rysunek), wskutek czego część wody wylała się. Wagi wyskalowano w gramach. Po dokładnym wytarciu rozlanej wody wskazanie wagi 2 w porównaniu ze wskazaniem wagi 1 będzie



- A. niższe o masę wylanej wody,
B. niższe o masę mniejszą niż ma wylana woda,
C. takie samo,
D. wyższe o różnicę między masą kulki a masą wylanej wody,
E. wyższe o masę kulki.

■ 28. Mężczyzna o masie 100 kg stoi w windzie na wadze łazienkowej, która wskazuje 110 kg. Winda porusza się

- A. na pewno w górę i hamuje,
B. na pewno w górę, ale nie wiadomo czy hamuje, czy przyspiesza,
C. na pewno w dół i hamuje,
D. albo w górę i hamuje, albo w dół i przyspiesza,
E. albo w górę i przyspiesza, albo w dół i hamuje.

■ 29. Belkę o masie 250 kg należy podwiesić w pozycji poziomej, używając do tego celu podwieszonych pod sufitem fragmentów linki w kształcie litery U o jednakowej długości. Wytrzymałość linki na zerwanie wynosi 500 N. Jakiej minimalnej liczby fragmentów linki należy użyć do podwieszenia belki? Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A. 2. B. 3. C. 4.
D. 5. E. 6.

■ 30. Smok wawelski ma 7 głów. Każda, gdy zostanie ścięta, odrasta dokładnie po 42 sekundach. Smok ginie, gdy nie ma żadnej głowy (chwila ostatniego cięcia musi poprzedzać chwilę, w której kolejna by mu odrósł). Jak często dzielny rycerz Leo musi dokonywać cięcia, by zabić smoka? Każdym cięciem rycerz ścina jedną głowę.

- A. Częściej niż co 5 s.
B. Częściej niż co 6 s, ale niekoniecznie częściej niż co 5 s.
C. Częściej niż co 7 s, ale niekoniecznie częściej niż co 6 s.
D. Częściej niż co 8 s, ale niekoniecznie częściej niż co 7 s.
E. W ogóle nie uda mu się zabić smoka.

Klasy 3 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Drewniany klocek pływa w wodzie, ponieważ

- A. zawiera kanaliki, w których jest próżnia,
- B. zawiera kanaliki, w których jest powietrze,
- C. zawiera kanaliki, w których jest woda,
- D. jest ciałem stałym.
- E. drewno nie rozpuszcza się w wodzie.

■ 2. Olej ma gęstość

- A. większą niż woda i większą niż miód,
- B. większą niż woda i mniejszą niż miód,
- C. mniejszą niż woda i większą niż miód,
- D. mniejszą niż woda i mniejszą niż miód,
- E. większą niż woda i zbliżoną do gęstości miodu.

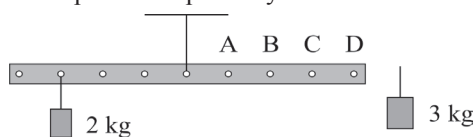
■ 3. W ciągu jednej doby młody bambus rośnie o 86,4 cm. Jeśli rośnie równomiernie, w ciągu sekundy przybywa go

- A. 1 cm, B. 1 mm, C. 0,1 mm,
- D. 0,02 mm, E. 0,01 mm.

■ 4. Odkryta w CERNie w lipcu 2012 roku cząstka, to prawdopodobnie cząstka

- A. Plancka, B. Hubble’a,
- C. Higgsa, D. Hewitta,
- E. Einsteina.

■ 5. Podziurkowaną metalową listwę powieszono za środkową dziurkę, jak pokazuje rysunek. Do której dziurki należy podczepić ciężarek 3 kg, aby listwa była w równowadze w położeniu poziomym?



E. Do odpowiedzi konieczna jest znajomość masy listwy.

■ 6. Gumowa piłeczka spadająca z wysokości 1 m (prędkość początkowa zero) po odbiciu wzniosła się na wysokość 0,8 m. Z jaką prędkością początkową należało pchnąć ją w dół, by wzniosła się na wyso-

kość 1 m? Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$. Przyjmij, że procentowa strata energii przy odbiciu jest zawsze taka sama oraz, że można pominąć opór powietrza.

- A. 1,2 m/s. B. 1,25 m/s.
- C. 2 m/s. D. ok. 2,2 m/s.
- E. 2,5 m/s.

■ 7. Wielki Wybuch, który dał początek naszemu Wszechświatowi, nastąpił prawdopodobnie około

- A. 14 tysięcy lat temu,
- B. 14 tysięcy lat p.n.e.,
- C. 14 milionów lat temu,
- D. 14 miliardów lat temu,
- E. 14 bilionów lat temu.

■ 8. W kalendarzu obowiązującym w Polsce lata przestępne to lata, których numer jest albo liczbą podzieloną przez 4, ale niepodzielną przez 100, albo podzielną przez 400. Dlatego na przykład rok 2012 był rokiem przestępnym. Konkurs „Lwiątko” odbywa się zawsze w ostatni poniedziałek marca. Rok 2200 rozpocznie się we środę, a „Lwiątko” odbędzie się

- A. 27 III, B. 28 III, C. 29 III,
- D. 30 III, E. 31 III.

■ 9. Stojące na stole trzy jednakowe szklanki: (1) pustą, (2) wypełnioną do połowy wodą i (3) wypełnioną wodą w 3/4, uderzono w brzeg metalową łyżką. Dźwięk o najwyższej częstotliwości wydobył się ze szklanki

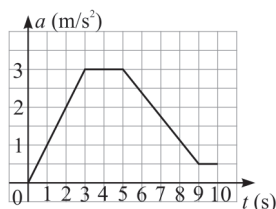
- A. 1, B. 2, C. 3,
- D. tej, którą uderzono najmocniej.
- E. Ze wszystkich szklanek wydobył się dźwięk o tej samej częstotliwości.

■ 10. Iloczyn napięcia i natężenia prądu ma wymiar

- A. częstotliwości,
- B. ładunku elektrycznego,
- C. oporu elektrycznego,
- D. energii,
- E. mocy.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ **11.** Na wykresie przedstawiono zależność wartości przyspieszenia a od czasu t dla pojazdu, który cały czas poruszał się ruchem prostoliniowym w jedną stronę.



Prędkość początkowa pojazdu wynosiła zero. Pojazd osiągnął największą prędkość po
A. 3 s, **B.** 5 s, **C.** 9 s, **D.** 10 s.

E. Na podstawie wykresu nie można stwierdzić, kiedy prędkość miała największą wartość.

■ **12.** Gwiazda Polarna, to gwiazda znajdująca się

A. w „tylnym kole” konstelacji Małego Wozu,
B. w „tylnym kole” konstelacji Wielkiego Wozu,
C. na końcu „dyszla” w konstelacji Małego Wozu,
D. na końcu „dyszla” w konstelacji Wielkiego Wozu,
E. w punkcie nieba znajdowanym przez odłożenie pięciu odległości dwóch „tylnych kół” Małego Wozu od „prawego tylnego koła” tej konstelacji.

■ **13.** W łazience na ścianie ułożono płytki ceramiczne w pasy równoległe do podłogi. Na ścianie zamontowano okrągłe lustro o osi obrotu prostopadłej do ściany i równoległej do średnicy lusterka. Pod jakim kątem do poziomu należy ustawić lustro, aby w odbiciu w lustrze pasy były pionowe (prostopadłe do podłogi)?

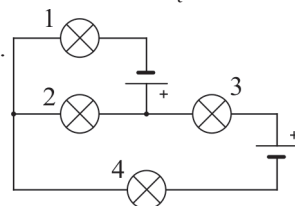
A. 0° . **B.** 30° . **C.** 45° . **D.** 60° . **E.** 90° .

■ **14.** Mężczyzna o masie 100 kg stoi w windzie na wadze łazienkowej, która wskazuje 80 kg. Winda porusza się

A. na pewno ruchem jednostajnym,
B. na pewno w dół,
C. na pewno w górę,
D. albo w górę i hamuje, albo w dół i przyspiesza,
E. albo w górę i przyspiesza, albo w dół i hamuje.

■ **15.** Baterijki są identyczne. Żaróweczki – także. Które żaróweczki świecą?

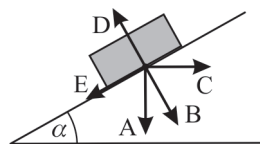
A. Wszystkie.
B. Tylko 1, 2 i 4.
C. Tylko 1 i 2.
D. Tylko 1 i 4,
E. Żadna.



■ **16.** Współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej jest to stosunek przyrostu długości do iloczynu długości początkowej i przyrostu temperatury. Jednostką tego współczynnika jest

A. $^\circ\text{C}\cdot\text{m}$, **B.** $^\circ\text{C}/\text{m}$, **C.** $1/^\circ\text{C}$,
D. $\text{m}/^\circ\text{C}$, **E.** $1/\text{m}$.

■ **17.** Na równi pochyłej spoczywa klocek (rysunek). Który wektor może reprezentować siłę nacisku klocka na równię?



■ **18.** Jeden z podanych wzorów poprawnie przedstawia zależność siły oporu działającej na ciało poruszające się w gazie od: ρ – gęstości gazu, C – bezwymiarowego współczynnika oporu aerodynamicznego, S – pola powierzchni przekroju poprzecznego (prostopadłego do kierunku wektora prędkości) oraz v – wartości prędkości ciała. Który?

A. $\frac{1}{2} \frac{C\rho}{S} v$, **B.** $\frac{1}{2} \frac{C\rho S}{v}$, **C.** $\frac{1}{2} \frac{C S v^2}{\rho}$,
D. $\frac{1}{2} C\rho S v$, **E.** $\frac{1}{2} C\rho S v^2$.

■ **19.** Szalony wirtuoz jedzie kabrioletem i gra na flecie cały czas dźwięk a (la), o częstotliwości 440 Hz. Gdy kabriolet osiąga szybkość 130 km/h, nieruchomy obserwator, do którego się zbliża, słyszy należący do tej samej oktawy dźwięk

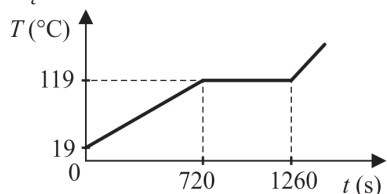
A. e (mi), **B.** f (fa),
C. g (sol), **D.** a (la),
E. h (si).

■ 20. Gdy do ustawionej pionowo, wypolerowanej łyżki zbliżasz od jej wklęsłej strony pionowo ustawiony ołówek, to

- A. najpierw widzisz prosty obraz ostrza, a następnie – odwrócony,
- B. najpierw widzisz odwrócony obraz ostrza, a następnie – prosty,
- C. widzisz tylko prosty obraz ostrza,
- D. widzisz tylko odwrócony obraz ostrza,
- E. widzisz prosty obraz ostrza; jednak obraz znika, gdy odległość ołówka od łyżki staje się mniejsza od pewnej wartości granicznej („ogniskowej” łyżki).

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ 21. Zależność temperatury 1 kg siarki od czasu przedstawiono na wykresie. Siarce dostarczano stale tę samą ilość ciepła na jednostkę czasu.



Ciepło topnienia siarki wynosi $c_t = 53 \text{ kJ/kg}$.

Ciepło właściwe siarki jest równe około

- A. $303 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$,
- B. $398 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$,
- C. $707 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$,
- D. $928 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$,
- E. $7066 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$.

■ 22. Stojącą pionowo, otwartą szklaną butelkę z szeroką szyjką, niewiele węższą od jajka, ogrzano do 70°C . Następnie na szyjce postawiono pionowo jajko ugotowane na twardo i obrane ze skorupki, tak że butelka została zatkana. Co się stało po upływie kilku minut?

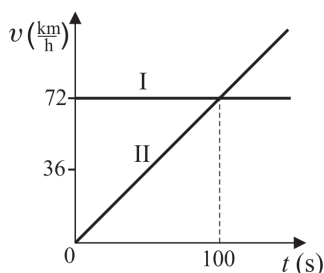
- A. Jajko zostało w całości wypchnięte i wypadło z butelki, ponieważ wewnątrz butelki ciśnienie gorącego powietrza było większe niż ciśnienie na zewnątrz.
- B. Jajko zostało częściowo wypchnięte z butelki, ponieważ wewnątrz butelki ciśnienie gorącego powietrza było większe niż ciśnienie na zewnątrz.
- C. Jajko zostało częściowo wciągnięte do butelki (część jajka pozostała ponad jej szyjką), ponieważ wewnątrz butelki ciśnienie

powietrza obniżyło się wraz z obniżeniem temperatury.

D. Jajko zostało całkowicie wciągnięte do butelki, ponieważ wewnątrz butelki ciśnienie powietrza obniżyło się wraz z obniżeniem temperatury.

E. Nic się nie stało – jajko pozostało w swoim początkowym położeniu.

■ 23. W chwili włączenia stopera pojazd I przejeżdża przez linię startu, natomiast pojazd II znajduje się już na trasie w odległości 1 km od linii startu. Zależność wartości prędkości v obu pojazdów od czasu przedstawia wykres.

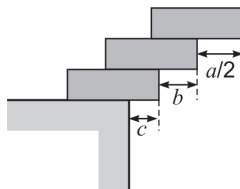


Po 100 sekundach (x – odległość od linii startu)

- A. $v_I > v_{II}$, $x_I = x_{II}$,
- B. $v_I > v_{II}$, $x_I > x_{II}$,
- C. $v_I = v_{II}$, $x_I = x_{II}$,
- D. $v_I = v_{II}$, $x_I < x_{II}$,
- E. $v_I = v_{II}$, $x_I > x_{II}$.

■ 24. Trzy jednakowe klocki, każdy o długości a , ustawiono na brzegu stołu tak, jak na rysunku. Górny klocek jest wysunięty poza środkowy na odległość $a/2$. Jakie są maksymalne odległości b – krawędzi środkowego klocka od krawędzi klocka dolnego oraz c – krawędzi dolnego klocka od krawędzi stołu, przy których konstrukcja się nie przewraca?

- A. $b = c = a/2$.
- B. $b = c = a/4$.
- C. $b = a/4$, $c = a/6$.
- D. $b = a/4$, $c = a/8$.
- E. $b = a/6$, $c = a/24$.

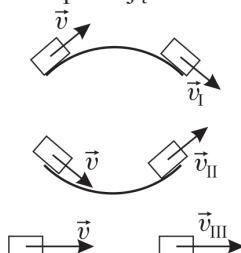


■ 25. W pociągu, pod sufitem przedziału, ktoś umieścił zaśnieszzone narty. Przedział jest ogrzewany i ma zamknięte okna. Gdy pociąg stoi, krople wody kapią na podłogę przedziału pionowo. Gdy pociąg, jadąc po prostej, przyspiesza, krople spadają

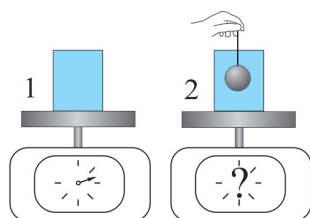
- A. na ten sam punkt podłogi, co na postoju,
- B. na punkt przesunięty w stronę jazdy pociągu,
- C. na punkt przesunięty w stronę przeciwną do jazdy pociągu,
- D. na punkt przesunięty w bok, w poprzek wagonu.
- E. Odpowiedź zależy od temperatury w przedziale.

■ 26. Trzy identyczne klocki zostały wprowadzone w ruch z tą samą prędkością początkową wzdłuż trzech torów o takiej samej nawierzchni: po ćwierćokręglwym mostku (I), w ćwierćokręglwej niecce (II) i po płaskim terenie (III). Wszystkie klocki przebyły taką samą drogę. W warunkach rzeczywistych (tzn. występuje tarcie) końcowe wartości prędkości tych klocków spełniają

- A. $v_I > v_{II} > v_{III}$,
- B. $v_I > v_{III} > v_{II}$,
- C. $v_{III} > v_I > v_{II}$,
- D. $v_{III} > v_{II} > v_I$,
- E. $v_I = v_{II} = v_{III}$.



■ 27. Do szklanki pełnej wody włożono drewnianą kulkę, wypychając ją pod wodę cienkim drucikiem, wskutek czego część wody wylała się. Wagi wyskalowano w gramach.

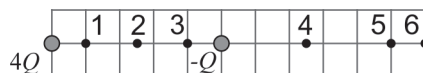


Po dokładnym wytarciu rozlanej wody wskazanie wagi 2 w porównaniu ze wskazaniem wagi 1 będzie

- A. niższe o masę wylanej wody,
- B. wyższe o masę kulki,

- C. wyższe o siłę wyporu działającą na kulkę,
- D. takie samo,
- E. niższe o różnicę między masą wylanej wody a masą kulki.

■ 28. Wartość siły oddziaływania elektrostatycznego pomiędzy dwiema kulkami naładowanymi ładunkami Q i q dana jest wzorem $F = k \frac{Qq}{r^2}$, gdzie r to odległość między kulkami, k to pewna stała. W którym spośród podanych punktów należy wstawić ładunek o wartości $Q/2$, aby został on przyspieszony w lewo?



- A. W którymkolwiek z 1, 2 lub 3.
- B. W którymkolwiek z 2 lub 4.
- C. W którymkolwiek z 4, 5 lub 6.
- D. Tylko w 4.
- E. Tylko w 6.

■ 29. Z łódki pływającej w małym zbiorniku wodnym wyrzucono kotwicę, która osiadła na dnie zbiornika. Poziom wody w zbiorniku

- A. nieznacznie podniósł się, a zanurzenie łódki zmalało,
- B. nieznacznie obniżył się, a zanurzenie łódki zmalało,
- C. nieznacznie podniósł się, a zanurzenie łódki wzrosło,
- D. nieznacznie obniżył się, a zanurzenie łódki wzrosło,
- E. nie zmienił się, a zanurzenie łódki zmalało.

■ 30. Smok wawelski ma 8 głów. Każda, gdy zostanie ścięta, odrasta dokładnie po 56 sekundach. Smok ginie, gdy nie ma żadnej głowy (chwila ostatniego cięcia musi poprzedzać chwilę, w której kolejna by mu odrósł). Jak często dzielny rycerz Leo musi dokonywać cięcia, by zabić smoka? Każdym cięciem rycerz ścina jedną głowę.

- A. Częściej niż co 6 s.
- B. Częściej niż co 7 s, ale niekoniecznie częściej niż co 6 s.
- C. Częściej niż co 8 s, ale niekoniecznie częściej niż co 7 s.
- D. Częściej niż co 9 s, ale niekoniecznie częściej niż co 8 s.
- E. W ogóle nie uda mu się zabić smoka.

Klasy I liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca, ale w roku 2016 dnia 28 marca przypada poniedziałek wielkanocny, więc konkurs trzeba przenieść na któryś z sąsiednich poniedziałków. W dodatku rok 2016 jest przestępny. Ile dni może liczyć odstęp między „Lwiątkiem 2015” a „Lwiątkiem 2016”? Uwaga: od dzisiaj do pojutra jest odstęp dwóch dni, nie trzech!

- A. 357 lub 371. B. 358 lub 372.
C. 359 lub 373. D. 364. E. 366.

■ 2. Ratownicy, zmierzając do człowieka, pod którym zarwał się lód, czołgają się po lodzie, aby

- A. zmniejszyć poślizg,
B. zmniejszyć stratę ciepła,
C. widzieć co dzieje się pod lodem,
D. zmniejszyć ciśnienie ciała na lód,
E. lepiej słyszeć odgłos pękania lodu.

■ 3. Ile razy w ciągu doby (od północy do północy) wskazówki minutowa i godzinowa zegara tworzą kąt półpełny?

- A. 22, B. 23, C. 24, D. 25, E. 26.

■ 4. Wielki Wybuch, który dał początek naszemu Wszechświatowi, nastąpił około

- A. 14 tysięcy lat temu,
B. 14 tysięcy lat p.n.e.,
C. 14 milionów lat temu,
D. 14 miliardów lat temu,
E. 14 bilionów lat temu.

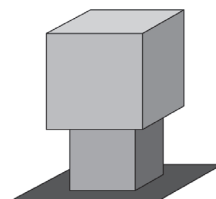
■ 5. Odkryta w ubiegłym roku cząstka elementarna to być może od dawna poszukiwana tzw. boska cząstka, nazywana również bozonem

- A. Einsteina, B. Higgsa, C. Plancka,
D. Hubble’a, E. Hawkinga.

■ 6. Na płaskim, poziomym stole leży jednorodny sześcian o masie M i krawędzi a , na nim z kolei spoczywa jednorodny sześcian o masie m i krawędzi długości b (rysunek). Ciśnienie wywierane przez dolny sześcian

na stół jest równe

- A. $mg/a^2 + Mg/b^2$,
B. $mg/a^2 + Mg/a^2$,
C. $mg/b^2 + Mg/b^2$,
D. $mg/b^2 + Mg/a^2$,
E. $(M+m)g/(a^2+b^2)$.



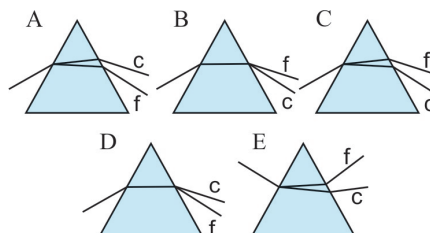
■ 7. Piłkę podrzucono pionowo do góry. Opory ruchu można pominąć. W najwyższym położeniu

- A. prędkość piłki zmienia zwrot,
B. przyspieszenie piłki zmienia zwrot,
C. przyspieszenie piłki ma wartość zero,
D. energia kinetyczna piłki zmienia znak,
E. piłka zatrzymuje się na ułamek sekundy.

■ 8. Głównym źródłem energii Słońca jest reakcja

- A. spalania (utleniania) wodoru,
B. spalania (utleniania) węgla ^{12}C ,
C. łączenia się jąder wodoru w jądra helu,
D. rozszczepienia jąder plutonu ^{239}Pu ,
E. rozszczepienia jąder uranu ^{235}U .

■ 9. Promień światła uległ rozszczepieniu w szklanym pryzmacie na dwa promienie: czerwony (c) i fioletowy (f). Który rysunek może poprawnie przedstawiać to zjawisko?

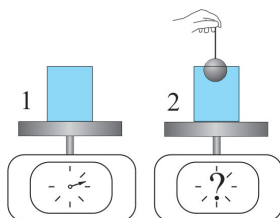


■ 10. Strumień wody wylewającej się z kranu zwęża się, ponieważ

- A. napięcie powierzchniowe zmniejsza objętość wody,
B. woda przyspiesza pod wpływem grawitacji,
C. wodę ściska ciśnienie powietrza, im niżej tym większe,
D. woda elektryzuje się w trakcie lotu.
E. Strużka wody nie zwęża się, to złudzenie optyczne.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

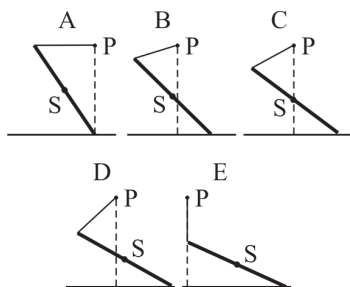
- **11.** Do szklanki pełnej wody włożono stałą kulkę na nitce tak, że kulka wystaje z wody.



Wskutek tego część wody wylała się. Wagi wyskalowano w gramach. Po wytarciu rozlanej wody wskazanie wagi 2 w porównaniu ze wskazaniem wagi 1 będzie

- A. niższe o masę wylanej wody,
 B. wyższe o masę kulki,
 C. niższe o masę mniejszą niż ma wylana woda,
 D. takie samo,
 E. wyższe o różnicę między masą zanurzonej części kulki a masą wylanej wody.

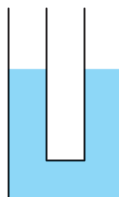
- **12.** Jednorodny pręt został zamocowany w punkcie P za pomocą nieważkiego sznurka. Drugi koniec pręta spoczywa na poziomej powierzchni, po której może poruszać się bez tarcia. Środek masy pręta znajduje się w punkcie S. Który rysunek przedstawia położenie równowagi?



- **13.** Pęd p to iloczyn masy ciała i jego prędkości. Ciała o masach m i M mają równe energie kinetyczne, a ich prędkości są znacznie mniejsze od prędkości światła. Stosunek wartości pędu ciała o masie m do wartości pędu ciała o masie M jest równy

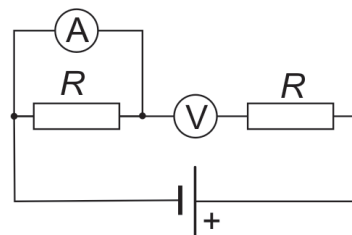
- A. 1, B. $\sqrt{M/m}$, C. $\sqrt{m/M}$,
 D. $\frac{m+M}{M}$, E. $\frac{(m+M)^2}{mM}$.

- **14.** W szklanej, U-kształtnej rurce, o jednakowym przekroju ramion, znajduje się woda (rysunek). Po wrzuceniu małej drewnianej kulki do lewego ramienia rurki, poziom wody



- A. w obu ramionach podniesie się, ale w lewym bardziej,
 B. w obu ramionach podniesie się, ale w prawym bardziej,
 C. w obu ramionach podniesie się jednakowo,
 D. w lewym ramieniu podniesie się, a w prawym obniży,
 E. w lewym ramieniu obniży się, a w prawym podniesie.

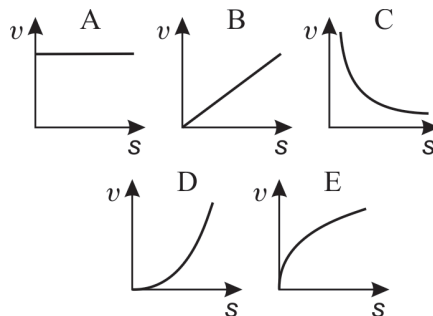
- **15.** Amperomierz i woltomierz są idealne, oporniki jednakowe, $R = 3\Omega$.



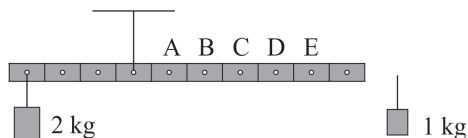
Jeśli woltomierz wskazuje 6 V, to amperomierz wskazuje

- A. 0 A, B. 1 A, C. 2 A, D. 9 A.
 E. Amperomierz ulegnie przepaleniu.

- **16.** Który wykres poprawnie pokazuje zależność wartości prędkości od przebytej drogi dla kamienia spadającego swobodnie na Ziemi z niewielkiej wysokości?



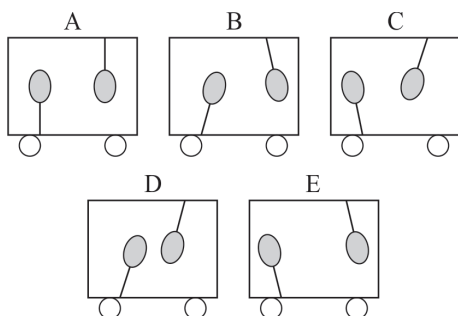
■ **17.** Podziurkowaną metalową listwę o masie 2 kg powieszono za jedną z dziurek, jak pokazuje rysunek. Do której dziurki należy podczepić ciężarek 1 kg, aby listwa była w równowadze w położeniu poziomym?



■ **18.** Aby osoba o wzroście l mogła bez schylania przejrzeć się cała w pionowym, płaskim lustrze, wysokość lustra

- A. może być mniejsza od l , ale musi być co najmniej równa $l/2$,
- B. musi być dokładnie równa l ,
- C. musi być większa niż l niezależnie od odległości osoby od lustra,
- D. musi być większa od pewnej minimalnej wysokości zależnej od odległości osoby od lustra,
- E. dla pewnych odległości osoby od lustra może być mniejsza od $l/2$.

■ **19.** W zamkniętym wagonie kolejowym przytwierdzono na nitkach dwa baloniki: jeden napełniony helem, drugi nadmuchiany powietrzem. Który rysunek prawidłowo przedstawia zachowanie baloników, gdy wagon jedzie w prawo i hamuje?



■ **20.** Aby od nieruchomego ciała o masie M oddalić, na bardzo dużą odległość, ciało o masie m , znajdujące się początkowo w odległości r , trzeba wykonać przeciw sile grawitacji pracę $\frac{GMm}{r}$. Aby równocześnie

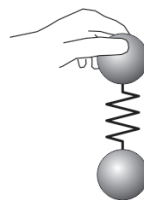
oddalić od siebie, na bardzo dużą odległość, dwa ciała o masach M , znajdujące się początkowo w odległości r , trzeba wykonać pracę

- A. $\frac{4GM^2}{r}$,
- B. $\frac{2GM^2}{r}$,
- C. $\frac{GM^2}{r}$,
- D. $\frac{GM^2}{2r}$,
- E. $\frac{GM^2}{4r}$.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Dwie jednakowe stalowe kule są połączone nieważką sprężyną. Chwyciwszy za jedną z nich, pozwoliliśmy drugiej zwisać swobodnie. Gdy teraz górną kulę puścimy, przyspieszenia odpowiednio górnej i dolnej kuli w momencie puszczenia wyniosą (g oznacza przyspieszenie ziemskie)

- A. 0, 0,
- B. g , 0,
- C. $2g$, 0,
- D. g , g ,
- E. 0, g .



■ **22.** W modelu Bohra przy przejściu atomu wodoru z trzeciego poziomu energetycznego na drugi emitowane jest promieniowanie o długości fali λ . Maksymalna długość fali promieniowania padającego na atom wodoru w stanie podstawowym, wystarczającej do zjonizowania, jest równa

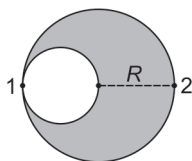
- A. $\frac{36}{5}\lambda$,
- B. $\frac{3}{5}\lambda$,
- C. $\frac{1}{6}\lambda$,
- D. 6λ ,
- E. $\frac{5}{36}\lambda$.

■ **23.** Prędkość ciała o znanej masie, poruszającego się znacznie wolniej od światła, zmierzono z niepewnością względną 3%. Na podstawie tych danych energię kinetyczną tego ciała można obliczyć z niepewnością względną

- A. 1,5%,
- B. 3%,
- C. 6%,
- D. 9%.
- E. Nie można określić niepewności, nie znając wyniku pomiaru prędkości tego ciała.

■ 24. Na kulistej, jednorodnej planetoidzie o promieniu R znajduje się odważnik o ciężarze Q . W planetoidzie wykonano kulistą jaskinię o promieniu $R/2$ (przekrój na rys.), a wykopane skały przetransportowano na znaczną odległość. W wyniku tego ciężar odważnika w punkcie 1) i punkcie 2) zmalał o

- A. 1) i 2) $Q/8$,
 B. 1) $Q/2$, 2) $Q/8$,
 C. 1) $Q/4$, 2) $Q/9$,
 D. 1) $Q/2$, 2) $Q/18$,
 E. 1) $Q/8$, 2) $Q/18$.



■ 25. W teorii względności związek między pędem p ciała o masie m a jego energią E jest dany jednym z poniższych wzorów (c – prędkość światła w próżni). Którym?

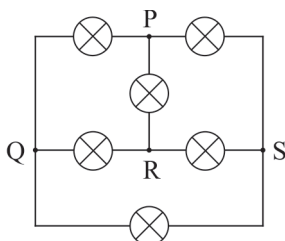
- A. $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^2$,
 B. $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$,
 C. $E = p^2 c^2 + m^2 c^4$,
 D. $E^2 = p^2 c^4 + m^2 c^2$,
 E. $E = p c^2 + m c^2$.

■ 26. Dwa klocki o masach 1 kg i 2 kg spoczywają obok siebie na płaskim stole, połączone sprężyną. Współczynnik tarcia statycznego klocków o stół wynosi 0,5. Jaką wartość mogą mieć siły, jakimi sprężyna działa na klocki? $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. Wyłącznie zero.
 B. Wyłącznie 5 N.
 C. Wyłącznie 10 N.
 D. Dowolną od zera do 5 N.
 E. Dowolną od zera do 10 N.

■ 27. Wszystkie żarówki zaświecą się, gdy bieguny baterii podłączymy do punktów

- A. PR, B. PQ, C. QR, D. QS.
 E. W żadnym z powyższych przypadków.



■ 28. Po 3 godzinach pozostała $1/3$ początkowej ilości izotopu promieniotwórczego. Wynika stąd, że $1/9$ początkowej ilości tego izotopu pozostanie po upływie około (licząc od początku eksperymentu)

- A. 3 godzin, B. 4 godzin,
 C. 6 godzin, D. 9 godzin,
 E. 27 godzin.

■ 29. Księżyc, obserwowany z punktu znajdującego się na dużej wysokości nad południowym biegunem Ziemi,

- A. zarówno obraca się, jak i obiega Ziemię, zgodnie z ruchem wskazówek zegara,
 B. obraca się zgodnie, a obiega Ziemię przeciwnie do ruchu wskazówek zegara,
 C. obiega Ziemię zgodnie, a obraca się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara,
 D. obiega Ziemię zgodnie z ruchem wskazówek zegara, ale nie obraca się wokół swojej osi,
 E. obiega Ziemię przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, ale nie obraca się wokół swojej osi.

■ 30. Smok wawelski ma 9 głów. Każda, gdy zostanie ścięta, odrasta dokładnie po 1 minucie i 12 sekundach. Smok ginie, gdy nie ma żadnej głowy (chwila ostatniego cięcia musi poprzedzać chwilę, w której kolejna by mu odrastała). Jak często dzielny rycerz Leo musi dokonywać cięcia, by zabić smoka? Każdym cięciem rycerz ścina jedną głowę.

- A. Częściej niż co 7 s.
 B. Częściej niż co 8 s, ale niekoniecznie częściej niż co 7 s.
 C. Częściej niż co 9 s, ale niekoniecznie częściej niż co 8 s.
 D. Częściej niż co 10 s, ale niekoniecznie częściej niż co 9 s.
 E. W ogóle nie uda mu się zabić smoka.

Klasy II liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca, ale w roku 2016 dnia 28 marca przypada poniedziałek wielkanocny, więc konkurs trzeba przenieść na któryś z sąsiednich poniedziałków. W dodatku rok 2016 jest przestępny. Ile dni może liczyć odstęp między „Lwiątkiem 2014” a „Lwiątkiem 2016”? Uwaga: od dzisiaj do pojutrze jest odstęp dwóch dni, nie trzech!

- A. 721 lub 735. B. 722 lub 736.
C. 723 lub 737. D. 728. E. 731.

■ 2. Średnia temperatura Ziemi nie rośnie, mimo że Ziemia otrzymuje stale energię ze Słońca. Dzieje się tak z powodu strat energii przez

- A. przewodnictwo cieplne,
B. promieniowanie,
C. konwekcję,
D. parowanie.
E. Ziemia wcale nie traci energii, co jest powodem efektu cieplarnianego.

■ 3. W pociągu, pod sufitem przedziału, ktoś umieścił zaśnieżone narty. Przedział jest ogrzewany i ma zamknięte okna. Gdy pociąg stoi, krople wody kapią na podłogę przedziału pionowo. Gdy pociąg jednostajnie zakręca w lewo, krople spadają

- A. na ten sam punkt podłogi, co na postoju,
B. na punkt przesunięty w stronę jazdy pociągu,
C. na punkt przesunięty w prawo,
D. na punkt przesunięty w lewo,
E. na punkt przesunięty w stronę przeciwną do jazdy pociągu.

■ 4. W ubiegłym roku

- A. odkryto kolejny kwark,
B. odkryto neutrony poruszające się szybciej od światła,
C. odkryto izotop wodoru ^3H ,
D. jedna z planet przeszła na tle tarczy Słońca,
E. nastąpiło zaćmienie Słońca przez Księżyc w pełni.

■ 5. W szklanej, U-kształtnej rurce, o jednakowym przekroju ramion, znajduje się woda. Do obu ramion rurki wrzucono dwie drewniane kulki: do lewego – kulkę o masie m_1 , do prawego – kulkę o masie m_2 ($m_2 > m_1$). Kulki pływają przy powierzchni wody. Po wrzuceniu kulek poziom wody

- A. w obu ramionach podniesie się, ale w lewym bardziej,
B. w obu ramionach podniesie się, ale w prawym bardziej,
C. w obu ramionach podniesie się jednakowo,
D. w lewym ramieniu podniesie się, a w prawym obniży,
E. w lewym ramieniu obniży się, a w prawym podniesie.

■ 6. Gdyby zatrzymać Ziemię i Księżyc w chwili, gdy znajduje się on dokładnie na jednej linii pomiędzy Ziemią i Słońcem, a następnie pozwolić Księżycowi poruszać się swobodnie, to

- A. Księżyc spadnie na Ziemię,
B. Księżyc spadnie na Słońce,
C. Księżyc pozostanie w spoczynku,
D. Księżyc i tak zacznie krążyć wokół Ziemi,
E. wszystkie ciała w Układzie Słonecznym również zatrzymają się.

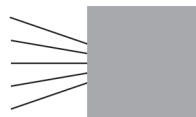
■ 7. Odkryta w ubiegłym roku cząstka elementarna to być może od dawna poszukiwana tzw. boska cząstka, nazywana również bozonem

- A. Einsteina, B. Hawkinga, C. Higgsa,
D. Plancka, E. Hubble’a.

■ 8. Na biegunie północnym 22 grudnia Księżyc widać przez całe 24 godziny, gdy jest w pobliżu

- A. pełni, B. nowiu, C. I kwadry,
D. III kwadry. E. Inna odpowiedź.

■ 9. Za ciemnym kwadratem kryje się pojedyncze zwierciadło, które odbija zbieżną wiązkę światła. Każda linia pokazuje jeden z promieni padających i jeden z odbitych.



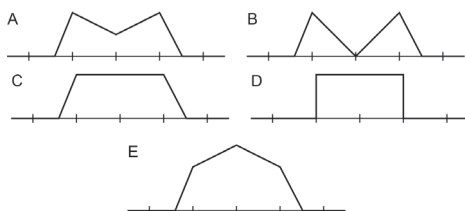
Zwierciadło to może być

- A. tylko płaskie,
- B. tylko wypukłe,
- C. tylko wklęsłe,
- D. wypukłe lub wklęsłe, ale nie płaskie,
- E. płaskie, wypukłe lub wklęsłe.

■ 10. Dwa impulsy poruszają się po naciągniętym, gumowym sznurze, w przeciwnych stronach, każdy z szybkością 1 m/s.



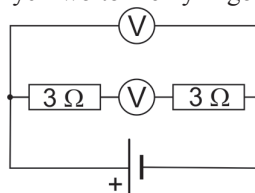
Jednostka odległości na osi to 1 m. Który z rysunków przedstawia kształt sznura 4 s później?



Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Które z podanych liczb mogą być wskazaniem idealnych woltomierzy – górnego i dolnego?

- A. 0 V, 0 V.
- B. 0 V, 3 V.
- C. 3 V, 0 V.
- D. 6 V, 6 V.
- E. 3 V, 6 V.

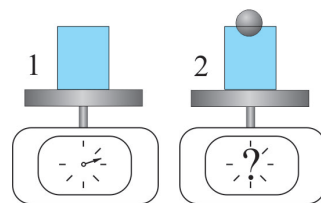


■ 12. Pociąg porusza się po prostej ze stałą prędkością, a w wagonie skacze sobie małpka. Porównujemy prędkości, przyspieszenia oraz drogi przebyte przez małpkę względem wagonu i względem układu odniesienia związanego z torami.

- A. Prędkości, przyspieszenia i drogi przebyte względem obu układów odniesienia są jednakowe.
- B. Prędkości i drogi są jednakowe, a przyspieszenia różne.
- C. Przyspieszenia są jednakowe, a prędkości i drogi różne.
- D. Prędkości są jednakowe, a przyspieszenia i drogi różne.
- E. Prędkości, przyspieszenia i drogi są różne.

■ 13. Do szklanki pełnej wody włożono drewnianą kulkę (rys.), wskutek czego część wody wylała się. Wagi wyskalowano w gramach. Po dokładnym wytarciu rozlanej wody, wskazanie wagi 2 w porównaniu ze wskazaniem wagi 1 będzie

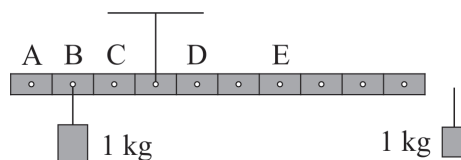
- A. niższe o masę wylanej wody,
- B. takie samo,
- C. niższe o masę mniejszą niż ma wylana woda,
- D. wyższe o masę kulki,
- E. wyższe o różnicę między masą kulki a masą wylanej wody.



■ 14. Gdy samochód pana Leona rusza z pewnym stałym przyspieszeniem, w ciągu pierwszej sekundy uzyskuje energię kinetyczną 1,2 kJ. Poruszając się nadal z tym samym przyspieszeniem, samochód w ciągu następnych dwóch sekund zwiększy swą energię kinetyczną o

- A. 2,4 kJ,
- B. 3,6 kJ,
- C. 4,8 kJ,
- D. 9,6 kJ,
- E. 10,8 kJ.

■ 15. Podziurkowaną metalową listwę o masie 2 kg powieszono za jedną z dziurek, jak pokazuje rysunek. Podłączenie ciężarka 1 kg do jednej z dziurek oznaczonych literami pozwoli listwie być w równowadze w położeniu poziomym. Która to dziurka?



■ 16. Promień Ziemi wynosi około 6400 km, a promień jej orbity 150 mln km. Jaka, w przybliżeniu, część energii emitowanej przez Słońce dociera do Ziemi?

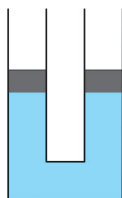
- A. $4,2 \cdot 10^{-5}$.
- B. $1,8 \cdot 10^{-9}$.
- C. $9 \cdot 10^{-10}$.
- D. $4,5 \cdot 10^{-10}$.
- E. $4,5 \cdot 10^{-16}$.

■ **17.** Jednorodny walec stacza się bez poślizgu z równi pochyłej, dużo dłuższej od promienia walca, w czasie t . Walec wykonany z tego samego materiału, ale o wszystkich wymiarach dwa razy mniejszych będzie staczał się z tej samej równi w czasie

- A. $t/8$, B. $t/4$, C. $t/2$,
D. t , E. $2t$.

■ **18.** Ramiona U-rurki zamknięte są tłokami o jednakowej masie m . Każdy tłok ma pole powierzchni S , pod nimi jest nieściśniona ciecz o gęstości ρ . Tłoki mogą poruszać się bez tarcia. Praca przy powolnym przesunięciu jednego z tłoków o x w dół wynosi

- A. zero, B. $2S\rho gx^2$,
C. $S\rho gx^2$, D. $0,5S\rho gx^2$,
E. $-\rho gx$.



■ **19.** Prędkość graniczna to maksymalna prędkość, jaką osiąga ciało spadające w ośrodku, w którym działa siła oporu aerodynamicznego. Ciało rzucono pionowo w dół nadając mu prędkość początkową dwa razy większą od prędkości granicznej. Jeżeli wartość siły oporu jest proporcjonalna do kwadratu prędkości ciała, to początkowe przyspieszenie ciała jest zwrócone

- A. do góry i ma wartość $3g$,
B. w dół i ma wartość $3g$,
C. do góry i ma wartość $4g$,
D. w dół i ma wartość $4g$,
E. do góry i ma wartość $5g$.

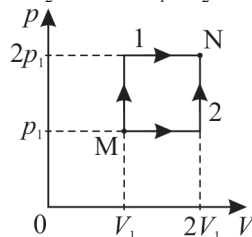
■ **20.** Dwa płaskie klocki o masach 1 kg i 4 kg spoczywają na płaskim podłożu, połączone nieważką sprężyną, która może być zarówno rozciągana, jak i ściskana. Współczynnik tarcia statycznego pierwszego klocka o podłoże wynosi $0,5$, a drugiego $0,2$. Jaką wartość mogą mieć siły, jakimi sprężyna działa na klocki? $g = 10\text{ N/kg}$.

- A. Wyłącznie 13 N .
B. Dowolną od zera do 8 N .
C. Dowolną od 5 N do 8 N .
D. Dowolną od zera do 5 N .
E. Dowolną od 3 N do 13 N .

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

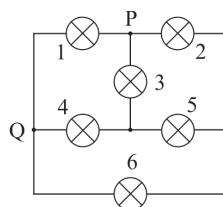
■ **21.** Jednoatomowy gaz doskonały przeprowadzamy ze stanu M w stan N na dwa sposoby. Dostarczone ilości ciepła oznaczmy odpowiednio Q_1 i Q_2 . Iloraz Q_1/Q_2 jest równy

- A. $13/11$,
B. $19/17$,
C. 1 ,
D. $17/19$,
E. $11/13$.



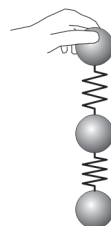
■ **22.** Pomiędzy punktami P i Q obwodu przedstawionego na rysunku podłączono baterię. Wszystkie żarówki są jednakowe. Prawdą jest, że

- A. wszystkie żarówki świecą jednakowo jasno,
B. świecą tylko żarówki 1, 3 i 4,
C. żarówki 2 i 5 świecą jednakowo jasno,
D. żarówki 3 i 6 świecą jednakowo jasno,
E. żarówka 4 świeci jaśniej niż żarówka 3.



■ **23.** Trzy jednakowe stalowe kule są połączone nieważkimi sprężynami. Chwyciwszy za jedną z nich, pozwoliliśmy pozostałym zwiisać swobodnie. Gdy teraz górną kulę puścimy, przyspieszenia odpowiednio górnej, środkowej i dolnej kuli, w momencie puszczenia wyniosą (g oznacza przyspieszenie ziemskie)

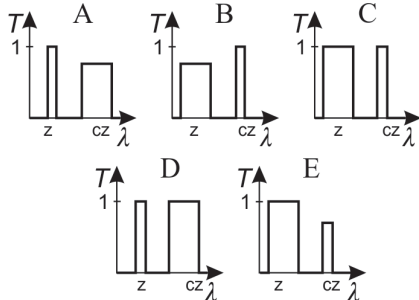
- A. $2g, g, 0$, B. $g, 0, 0$,
C. $3g, 2g, g$, D. g, g, g ,
E. $3g, 0, 0$.



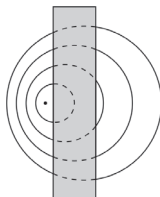
■ **24.** Prędkość ciała poruszającego się znacznie wolniej od światła, zmierzono z niepewnością względną 3% , a masę tego ciała z niepewnością 1% . Na podstawie tych danych energię kinetyczną tego ciała można obliczyć z niepewnością względną

- A. $2,5\%$, B. 4% , C. 7% , D. 10% .
E. Nie można określić niepewności, nie znając wyniku pomiaru prędkości tego ciała.

■ 25. Współczynnik transmisji to stosunek natężenia światła przepuszczonego przez ośrodek do natężenia światła padającego. Gdy filtr barwny ustawiono przed źródłem światła białego, widać światło zielone. Gdy dziesięć takich filtrów ustawić jeden za drugim przed źródłem światła białego, to widać kolor ciemnoczerwony. Który z przedstawionych wykresów może przedstawiać zależność współczynnika transmisji T pojedynczego filtru od długości fali? (z – zielony, cz – czerwony)



■ 26. Lwiątko, stojąc na kładce nad rzeką, w regularnych odstępach czasu zanurzało w wodzie pazur. W rezultacie grzbiety fal ułożyły się w sposób przedstawiony na rysunku. Lwiątko zauważyło, że odległości pomiędzy sąsiednimi grzbiecami fali wynoszą: 10 cm na lewo od kładki i 30 cm na prawo od kładki. Jeżeli prędkość rozchodzenia się fali po powierzchni stojącej wody wynosi 20 cm/s, to woda w rzece płynie



- A. w prawo z prędkością 10 cm/s,
- B. w prawo z prędkością 20 cm/s,
- C. w lewo z prędkością 10 cm/s,
- D. w lewo z prędkością 20 cm/s,
- E. w prawo z prędkością 40 cm/s.

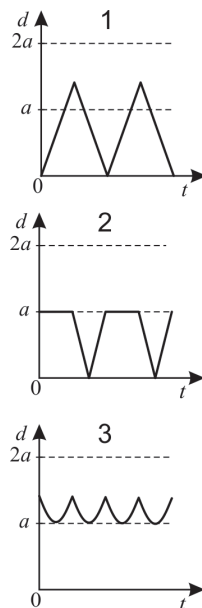
■ 27. Mały ciężarek kręci się na naprężonym sznurku o długości 1 m, w płaszczyźnie pionowej, praktycznie bez strat energii. Jego przyspieszenie dośrodkowe w najniższym punkcie wynosi 55 m/s². Jego przyspieszenie w najwyższym punkcie wynosi

- A. 45 m/s²,
- B. 35 m/s²,
- C. 15 m/s²,
- D. 5 m/s².
- E. Wynik zależy od masy ciężarka.

■ 28. Tzw. elektronowa długość Debye'a, charakteryzująca zasięg indywidualnych oddziaływań pomiędzy elektronami w plazmie, wyraża się jednym z podanych niżej wzorów (N – liczba swobodnych elektronów w objętości V , T – temperatura, e – ładunek elementarny, m – masa elektronu, ϵ_0 – przenikalność elektryczna próżni, k – stała Boltzmanna). Którym?

- A. $\sqrt{\frac{\epsilon_0 TV}{Nke^2}}$
- B. $\sqrt{\frac{\epsilon_0 kTV}{Ne^2}}$
- C. $\sqrt{\frac{\epsilon_0 V}{NkTe^2}}$
- D. $\sqrt{\frac{Ne^2}{\epsilon_0 kTV}}$
- E. $\sqrt{\frac{N\epsilon_0 e^2}{kTV}}$

■ 29. Dwa lwiątko biegają z prędkościami o jednakowych, stałych wartościach po brzegu wyspy mającej kształt kwadratu o boku a . Żadne z lwiątek nie zatrzymuje się i nie zwraca. Które z wykresów mogą przedstawiać zależność odległości d między lwiątkami od czasu?



- A. Tylko 1.
- B. Tylko 2.
- C. Tylko 1 i 2.
- D. Tylko 2 i 3.
- E. 1, 2 i 3.

■ 30. Smok wawelski ma 10 głów. Każda, gdy zostanie ścięta, odrasta dokładnie po półtoręj minuty. Smok ginie, gdy nie ma żadnej głowy (chwila ostatniego cięcia musi poprzedzać chwilę, w której kolejna by mu odrosła). Jak często dzielny rycerz Leo musi dokonywać cięcia, by zabić smoka? Każdym cięciem rycerz ścina jedną głowę.

- A. Częściej niż co 8 s.
- B. Częściej niż co 9 s, ale niekoniecznie częściej niż co 8 s.
- C. Częściej niż co 10 s, ale niekoniecznie częściej niż co 9 s.
- D. Częściej niż co 11 s, ale niekoniecznie częściej niż co 10 s.
- E. W ogóle nie uda mu się zabić smoka.

Klasy III i IV liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. „Lwiątko” odbywa się co roku w ostatni poniedziałek marca, ale w roku 2016 dnia 28 marca przypada poniedziałek wielkanocny, więc konkurs trzeba przenieść na któryś z sąsiednich poniedziałków. W dodatku rok 2016 jest przestępny. Ile dni może liczyć odstęp między „Lwiątkiem 2013” a „Lwiątkiem 2016”? Uwaga: od dzisiaj do pojutra jest odstęp 2 dni, nie 3!

- A. 1092 lub 1106. B. 1093 lub 1107.
C. 1094 lub 1108. D. 1087.
E. 1089.

■ 2. Dwaj chłopcy ciągną w przeciwne strony za dwa haczyki siłomierz, każdy z siłą 100 N. Siłomierz wskazuje

- A. 0 N, B. 50 N,
C. 100 N, D. 200 N.
E. Wynik zależy od masy siłomierza.

■ 3. W pobliżu nieskończenie dużej, przewodzącej i nieuziemionej płaszczyzny umieszczono punktowy ładunek elektryczny q . Różnica potencjałów między dwoma punktami płaszczyzny: najbliższym ładunkowi i bardzo od niego dalekim jest równa

- A. $-\frac{kq}{r}$, B. 0, C. $\frac{kq}{2r}$,
D. $\frac{kq}{r}$, E. $\frac{2kq}{r}$.

■ 4. Trzy krople oderwały się od kapiącego kranu w odstępie 0,5 s. W trakcie lotu środkowa kropla będzie

- A. bliżej górnej kropli,
B. w połowie wysokości między górną a dolną,
C. bliżej dolnej kropli.
D. Odpowiedź zależy od wysokości, z jakiej krople spadają.
E. Odpowiedź zależy od tego, czy uwzględniamy opór powietrza.

■ 5. Soczewka wytwarza na ekranie ostry obraz, tej samej wielkości co przedmiot. Soczewkę wymieniono na inną o większej zdolności skupiającej. Aby znowu uzyskać

ostry obraz należy ekran

- A. odsunąć od soczewki,
B. pozostawić w tym samym miejscu, co poprzednio,
C. przesunąć w stronę soczewki,
D. zamienić miejscami z przedmiotem.
E. Inna odpowiedź.

■ 6. Całkowite zaćmienie Słońca można obserwować

- A. z Merkurego, B. z Wenus,
C. z Księżyca, D. z Marsa.
E. Nie jest to możliwe z żadnego z wymienionych ciał niebieskich.

■ 7. Przez pojedynczą okienną szybę nie da się

- A. wygrzać się na słońcu,
B. opalić się na czekoladowo,
C. zapalić soczewką kawałka papieru,
D. włączyć pilotem telewizora,
E. fotografować aparatem cyfrowym.

■ 8. Odkryta w ubiegłym roku cząstka elementarna to prawdopodobnie od dawna poszukiwana tzw. cząstka Higgsa. Cząstka ta jest

- A. leptonem, B. fermionem,
C. hadronem, D. bozonem,
E. kwarkiem.

■ 9. Według prawa Dulonga i Petita, do którego w temperaturze pokojowej nieźle stosuje się większość metali, ilość ciepła potrzebna do ogrzania 1 mola o 1 kelwin jest dla pierwiastków w stanie stałym jednakowa (około 25 J). Zgodnie z tym prawem, z niżej wymienionych metali (w nawiasach podano ich masy atomowe) najmniejsze ciepło właściwe ma

- A. magnez (24), B. miedź (64),
C. srebro (108), D. ołów (207).
E. Ciepła właściwe wszystkich metali są w przybliżeniu takie same.

■ 10. W telekomunikacji bardzo często wykorzystuje się światłowody, gdyż umożliwiają przesyłanie danych z większą szybkością (więcej bitów/sekundę) niż przewody

elektryczne. Wynika to z faktu, że

- A. światło porusza się z większą prędkością niż prąd elektryczny,
- B. szkło jest tańsze niż miedź,
- C. światłowod jest grubszy niż przewód elektryczny,
- D. szkło ma mniejszą gęstość niż miedź,
- E. światło można modulować z większą częstotliwością niż prąd elektryczny.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Jednostką natężenia dźwięku jest

- A. $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$, B. $\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$,
- C. $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-3}$, D. $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, E. dB.

■ 12. plazma to zjonizowana materia w stanie skupienia przypominającym gaz. Mimo, że plazma zawiera swobodne cząstki naładowane (elektrony, jony), to w skali makroskopowej jest elektrycznie obojętna. Jeśli w pewnej objętości plazmy helowej znajduje się N_e swobodnych elektronów, N_1 jonów He^+ , a nie ma jonów ujemnych, to liczba jonów He^{2+} w tej objętości jest równa

- A. $\frac{N_e - N_1}{2}$, B. $N_e - N_1$, C. $N_e - \frac{N_1}{2}$,
- D. $\frac{N_e}{2} - N_1$, E. $2(N_e - N_1)$.

■ 13. W pociągu, pod sufitem przedziału, umieściliśmy zaśniewone narty. Przedział jest ogrzewany i ma zamknięte okna. Gdy pociąg stoi, krople wody kapią na podłogę przedziału pionowo. Gdy pociąg zjeżdża ze wzniesienia tak, że nasz wagon stacza się bez oporów, krople

- A. spadają na ten sam punkt podłogi, co na postoju,
- B. spadają na punkt przesunięty w stronę jazdy pociągu,
- C. spadają na punkt przesunięty w stronę przeciwną do jazdy pociągu,
- D. w ogóle nie spadają.
- E. Odpowiedź zależy od temperatury w przedziale.

■ 14. Do punktów P i Q obwodu podłączono baterię. Wszystkie żarówki są jednakowe.

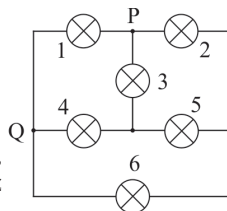
- A. żarówka 1 świeci jaśniej niż żarówki 3 i 4, pozostałe żarówki nie świecą,
- B. żarówki 2 i 5 świecą jednakowo jasno, ale słabiej niż żarówka 6,

C. żarówki 2, 3, 4 i 6

świecą jednakowo jasno, 5 nie świeci,

D. żarówka 4 świeci jaśniej niż żarówka 3, a ta z kolei jaśniej niż żarówka 6,

E. wszystkie żarówki świecą jednakowo jasno.



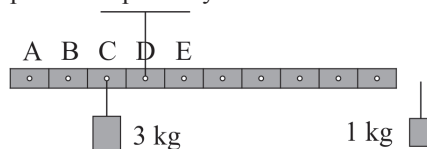
■ 15. Zmieniamy odległość między okładkami próżniowego płaskiego kondensatora, naładowanego i odłączonego od źródła napięcia. Które z wielkości zmieniają wartość? 1) ładunek na kondensatorze; 2) pojemność; 3) napięcie między okładkami; 4) natężenie pola między okładkami. Zakładamy, że odległość pomiędzy okładkami pozostaje niewielka w stosunku do ich rozmiarów.

- A. Wszystkie. B. Tylko 1, 2 i 4.
- C. Tylko 2, 3 i 4. D. Tylko 2 i 3.
- E. Tylko 2 i 4.

■ 16. Do niewielkiej pionowej zwojnicy bez rdzenia wpada, upuszczony z małej wysokości, dłuższy od niej magnes o kształcie walca i biegunach na jego końcach. Magnes swobodnie przelatuje przez zwojnicę. Końce zwojnicy są połączone z czułym i szybko reagującym miernikiem, znajdującym się daleko od zwojnicy. Największe natężenie prądu indukcyjnego miernik wskazuje w chwili

- A. wpadania dolnego końca magnesu do zwojnicy,
- B. każdej, gdy wszystkie zwoje obejmują jakąś część magnesu,
- C. wypadania górnego końca magnesu ze zwojnicy.
- D. Wskazania są przez cały czas takie same, niezerowe.
- E. Miernik cały czas wskazuje zero.

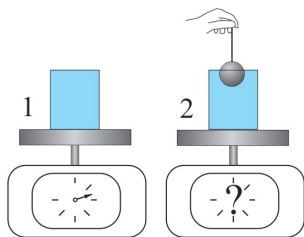
■ 17. Podziurkowaną metalową listwę o masie 2 kg powieszono za jedną z dziurek, jak pokazuje rysunek. Podczepienie ciężarka 1 kg do jednej z dziurek oznaczonych literami pozwoli listwie być w równowadze w położeniu poziomym. Która to dziurka?



■ **18.** Stacja radiowa nadaje audycje za pomocą fal elektromagnetycznych wytwarzanych przez pionowy maszt. Antena radioodbiornika ma postać zwojnicy (cewki) nawiniętej na ferrytowym pręcie. Odbiór w odległości kilkunastu kilometrów od masztu będzie najlepszy, gdy zwojnica będzie ustawiona

- A. poziomo w kierunku masztu,
- B. pionowo, równoległe do masztu,
- C. poziomo, pod kątem 90° do linii poprowadzonej do masztu,
- D. w dowolnej pozycji w płaszczyźnie poziomej,
- E. w dowolnej pozycji w płaszczyźnie pionowej.

■ **19.** Do szklanki pełnej wody włożono drewnianą kulkę, dopychając ją cienkim drucikiem, ale tak, że pewna część kulki wystawała nad wodę. Wskutek tego część wody wylała się. Wagi wyskalowano w gramach.



Po wytarciu rozlanej wody wskazanie wagi 2 w porównaniu ze wskazaniem wagi 1 będzie

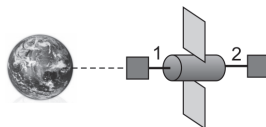
- A. niższe o masę wylanej wody,
- B. wyższe o masę kulki,
- C. niższe o masę mniejszą niż ma wylana woda,
- D. takie samo,
- E. niższe o różnicę między masą zanurzonej części kulki a masą wylanej wody.

■ **20.** Dwa płaskie klocki o masach 1 kg i 4 kg spoczywają na płaskim podłożu, połączone nieważką sprężyną, która może być zarówno rozciągana, jak i ściskana. Współczynnik tarcia statycznego pierwszego klocka o podłoże wynosi 0,5, a drugiego 0,2. Jaką wartość mogą mieć siły, jakimi sprężyna działa na klocki? $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. Wyłącznie 13 N.
- B. Dowolną od zera do 8 N.
- C. Dowolną od 5 N do 8 N.
- D. Dowolną od zera do 5 N.
- E. Dowolną od 3 N do 13 N.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Sztuczny satelita obiegający Ziemię po orbicie kołowej posiada doczepione, za pomocą sztywnych, długich wsporników, dwa niewielkie urządzenia badawcze – pierwsze pozostające stale po stronie Ziemi (por. rysunek, wspornik 1), drugie stale po stronie przeciwnej (wspornik 2). Czy wsporniki są ściskane (s) czy rozciągane (r)?



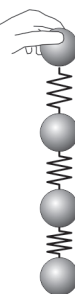
- A. 1 – r, 2 – r.
- B. 1 – s, 2 – s.
- C. 1 – s, 2 – r.
- D. 1 – r, 2 – s.
- E. Odpowiedź zależy od tego, czy promień orbity satelity jest większy czy mniejszy od promienia orbity geostacjonarnej.

■ **22.** Spoczywające jądro uranu o przybliżonej masie 238 u (jednostek masy atomowej) rozpada się na jądro helu o masie 4 u i energii kinetycznej $6,84 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ oraz jądro toru o masie 234 u. Jeżeli pominiemy wysyłanie również promieniowania gamma, to energia kinetyczna wytworzonego jądra toru powinna wynosić

- A. 0 J (jądro pozostanie w spoczynku),
- B. $1,17 \cdot 10^{-14} \text{ J}$,
- C. $1,71 \cdot 10^{-13} \text{ J}$,
- D. $6,84 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.
- E. Energii jądra toru nie da się obliczyć bez znajomości całkowitej energii wydzielonej podczas rozpadu.

■ **23.** Cztery jednakowe stalowe kule są połączone nieważkimi sprężynami. Chwyciwszy za jedną z nich, pozwoliliśmy pozostałym zwiisać swobodnie. Gdy teraz górną kulę puścimy, przyspieszenia kul (w kolejności od góry), w momencie puszczenia wyniosą (g oznacza przyspieszenie ziemskie)

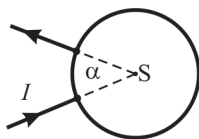
- A. $3g, 2g, g, 0$,
- B. $g, 0, 0, 0$,
- C. $4g, 3g, 2g, g$,
- D. $4g, 0, 0, 0$,
- E. g, g, g, g .



■ 24. Po 3 godzinach pozostała $1/3$ początkowej ilości izotopu promieniotwórczego. Wynika stąd, że $1/100$ początkowej ilości tego izotopu pozostanie po czasie (licząc od początku eksperymentu):

- A. krótszym od 9 h,
- B. dłuższym od 9 h, ale krótszym od 12 h,
- C. dłuższym od 12 h, ale krótszym od 15 h,
- D. dłuższym od 15 h, ale krótszym od 30 h,
- E. ponad 30 h.

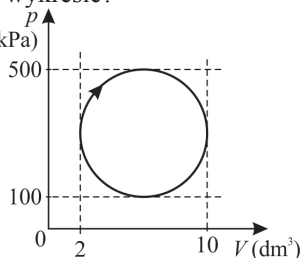
■ 25. Kołowy pierścień, wykonany z drutu o przekroju jednakowym na całej długości, podłączono do źródła stałego napięcia za pomocą dwóch prostoliniowych przewodów ustawionych jak na rysunku. Indukcja pola magnetycznego w środku S pierścienia



- A. jest zwrócona nad płaszczyznę rysunku i rośnie ze wzrostem α ,
- B. jest zwrócona pod płaszczyznę rysunku i rośnie ze wzrostem α ,
- C. jest zwrócona nad płaszczyznę rysunku i maleje ze wzrostem α ,
- D. jest zwrócona pod płaszczyznę rysunku i maleje ze wzrostem α ,
- E. jest równa zero niezależnie od α .

■ 26. Jaką pracę „netto” wykonuje silnik cieplny w ciągu jednego cyklu przemian, pokazanego na wykresie?

- A. $16\pi \cdot 10^{-6}$ J.
- B. $8\pi \cdot 10^4$ J.
- C. $4\pi \cdot 10^{10}$ J.
- D. $8\pi \cdot 10^2$ J.
- E. $16\pi \cdot 10^2$ J.



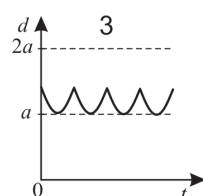
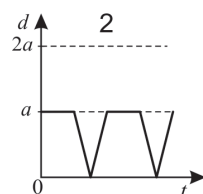
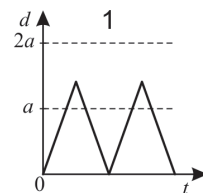
■ 27. Stalową kulkę na nitce odchyłono o kąt 60° i puszczone, obserwując następnie jej wahania. Mierzono przy tym bardzo dokładnie amplitudę i okres. Okazało się, że

- A. amplituda i okres malały,
- B. amplituda malała, a okres pozostawał stały,
- C. amplituda malała, a okres rósł,
- D. amplituda i okres pozostawały stałe,
- E. amplituda pozostawała stała, a okres rósł.

■ 28. Mały ciężarek kręci się na naprężonym sznurku o długości 1 m w płaszczyźnie pionowej, praktycznie bez strat energii. Drugi koniec sznurka jest nieruchomy. Przyspieszenie dośrodkowe ciężarka w najniższym punkcie wynosi 45 m/s^2 . Jego przyspieszenie w najwyższym punkcie wynosi

- A. 35 m/s^2 ,
- B. 25 m/s^2 ,
- C. 5 m/s^2 .
- D. Wynik zależy od masy ciężarka.
- E. Sytuacja taka jest niemożliwa.

■ 29. Dwa lwiątko biegają z prędkościami o jednakowych, stałych wartościach, po brzegu wyspy w kształcie kwadratu o boku a . Żadne z lwiątek nie zatrzymuje się i nie zawraca. Który z poniższych wykresów NIE przedstawia możliwej zależności odległości d między lwiątkami od czasu?



- A. Tylko 1.
- B. Tylko 2.
- C. Tylko 3.
- D. Tylko 1 i 2.
- E. Wszystkie trzy wykresy przedstawiają możliwe zależności.

■ 30. Smok wawelski ma 11 głów. Każda, gdy zostanie ścięta, odrasta dokładnie po 110 sekundach. Smok ginie, gdy nie ma żadnej głowy (chwila ostatniego cięcia musi poprzedzać chwilę, w której kolejna by mu odrosła). Jak często dzielny rycerz Leo musi dokonywać cięcia, by zabić smoka? Każdym cięciem rycerz ścina jedną głowę.

- A. Częściej niż co 9 s.
- B. Częściej niż co 10 s, ale niekoniecznie częściej niż co 9 s.
- C. Częściej niż co 11 s, ale niekoniecznie częściej niż co 10 s.
- D. Częściej niż co 12 s, ale niekoniecznie częściej niż co 11 s.
- E. W ogóle nie uda mu się zabić smoka.

Odpowiedzi

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

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

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

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

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

Klasy 1–2 gimnazjum

■ 1. Wystarczy wiedzieć, że sfera niebieska obraca się ze wschodu na zachód (czyli w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu Ziemi wokół własnej osi) i wyobrazić sobie, jak leży Lwiątko. **Odpowiedź C.**

■ 2. To pytanie raczej „z teorii”, ale nie powinno sprawić problemów nikomu, kto interesuje się naukami ścisłymi. **Odpowiedź D.**

■ 3. Szybkość dźwięku w powietrzu wynosi około 330 m/s, czyli dźwięk przebywa 1 km w około 1 s, a 3 km w 9 s. **Odpowiedź E.**

■ 4. 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 1 do 2, takim samym, jak stosunek mas ciężarków. Zatem stosunek ramion sił w stanie równowagi dźwigni musi wynosić 2:1, co wymusza wybór dziurki A. Podobne zadanie wystąpiło także w liceum – ale tam listwa była zawieszona niesymetrycznie, co komplikowało problem.

■ 5. Zadanie z bilansu cieplnego zazwyczaj wymaga znajomości masy i ciepła właściwego każdej substancji. Ale tutaj mamy do czynienia z dwiema porcjami tej samej substancji, mianowicie soku: zimną – oznaczoną indeksem 1 i ciepłą – 2. W równaniu bilansu

$$m_1 \cdot c_w \cdot (t_3 - t_1) = m_2 \cdot c_w \cdot (t_2 - t_3)$$

ciepło właściwe skraca się. Temperatura końcowa t_3 zależy od stosunku mas, a on jest równy stosunkowi objętości. Końcowa temperatura jest równa

$$t_3 = \frac{m_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot t_2}{m_1 + m_2} = \frac{V_1 \cdot t_1 + V_2 \cdot t_2}{V_1 + V_2} \approx 33^\circ\text{C}$$

Odpowiedź A.

■ 6. Gwiazda Polarna to widoczna gołym okiem gwiazda położona najbliżej północnego bieguna nieba. Obecnie jest nią najjaśniejsza gwiazda konstelacji Małej Niedźwiedzicy, zwanej również Małym Wozem. **Odpowiedź A.**

■ 7. Wartość siły grawitacji działającej na ciało jest wprost proporcjonalna do jego masy. Współczynnikiem proporcjonalności jest przyspieszenie grawitacyjne. Im jest ono większe, tym bardziej „stromy” jest wykres funkcji $F(m)$. Przyspieszenie grawitacyjne na Wenus jest, spośród podanych w tabelce, drugie co do wielkości, a zatem **odpowiedź B.**

■ 8. Zaćmienie Słońca zachodzi wtedy, gdy Księżyc znajdzie się pomiędzy Słońcem a Ziemią, przez co przesłoni światło słoneczne. Pewien obszar Ziemi znajduje się wtedy w cieniu Księżyca. **Odpowiedź D.**

■ 9. Podany wzór można przekształcić do postaci $k = \frac{Fr^2}{Qq}$, co ułatwi określenie jednostki stałej k . **Odpowiedź E.**

■ 10. W wyniku rozszerzalności cieplnej cała płytka zwiększa wszystkie swoje wymiary proporcjonalnie do ich początkowej wielkości. Wielkość otworu (wymiar b) zwiększa się, gdyż bezwzględny przyrost długości boku a , jest większy niż przyrost szerokości „pasków” płytki. Inaczej: można wyobrazić sobie, że płytka nie ma wycięcia, a tylko zaznaczone miejsca, gdzie byłaby wycięta. Przy podgrzewaniu płytki miejsca te oddalają się od siebie, czyli b również rośnie. **Odpowiedź B.**

■ 11. Na podstawie podanych wysokości można stwierdzić, że przy odbiciu piłeczka traci 1/5 swojej energii początkowej, a zostaje 4/5. $4/5$ z $1,25 \text{ m} = 1 \text{ m}$. **Odpowiedź B.**

■ **12.** Ciśnienie hydrostatyczne wyraża się wzorem $p = \rho gh$, gdzie ρ to gęstość cieczy, g - przyspieszenie grawitacyjne, h - wysokość słupa cieczy. Po przekształceniu tego wzoru na h i podstawieniu danych liczbowych otrzymamy właśnie około 10 m. Taką właśnie wysokość ma „słup” wody, na spodzie którego ciśnienie hydrostatyczne jest równe ciśnieniu atmosferycznemu. O ile woda nie zawiera bąbelków powietrza – stąd informacja o wodzie przegotowanej. **Odpowiedź C.**

■ **13.** Jajko pływa pomiędzy cieczami, więc jego gęstość jest mniejsza od gęstości cieczy II, a większa od gęstości cieczy I. Wyraźnie widoczna granica pomiędzy cieczami narzuca **odpowiedź C.**

■ **14.** W ciągu 12 godzin wskazówki godzinowa i minutowa spotykają się dokładnie 11 razy, czyli co 12/11 godziny. **Odpowiedź D.**

■ **15.** Kłosek spoczywa, więc siła tarcia równoważy składową siły ciężkości równoległą do równi. **Odpowiedź B.**

■ **16.** Z II zasady dynamiki otrzymujemy $ma = F - mg$, zatem $F = ma + mg = m(a+g) = 5 \text{ kg} \cdot 12 \text{ m/s}^2 = 60 \text{ N}$. **Odpowiedź D.**

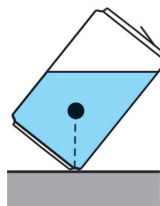
■ **17.** Znajomość prawidłowego wzoru nie jest wymagana w programie szkolnym, więc nie o pamiętanie tutaj chodziło. Należało wykonać rachunek jednostek. **Odpowiedź A.**

$$\left[\sqrt{\frac{F \cdot l}{m}} \right] = \sqrt{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} = [v]$$

■ **18.** Rozważając ruch kropelek wody względem torów należy zauważyć, że pozioma składowa ich prędkości przed oderwaniem się od nart jest równa prędkości pociągu. W czasie spadania kropelka przebywa więc wzdłuż torów taką samą odległość, jak i wagon poruszający się ze stałą prędkością, zatem **odpowiedź A.** Powietrze w wagonie porusza się wraz z nim, i nie wpływa na poziomy ruch (a właściwie brak ruchu) kroplek wody, jedynie na jej spадanie.

■ **19.** Trzeba wiedzieć, że siła naciągu liny ma taką samą wartość na całej swej długości. Błoczek, do którego zamocowany jest ładunek, jest ciągnięty w górę przez dwa odcinki liny, zatem $2F_1 = mg$, czyli $F_1 = 500 \text{ N}$. Podobnie środkowy błoczek: $2F_2 = 500 \text{ N}$, czyli $F_2 = 250 \text{ N}$.

■ **20.** Puszka nie wywróci się, jeżeli jej środek ciężkości będzie znajdował się nad obszarem podparcia. Środek ciężkości zarówno puszki pustej, jak i całkowicie napełnionej wodą znajduje się w geometrycznym środku puszki, przez co puszka nie zachowa równowagi. Warto sprawdzić doświadczalnie, że prawidłowa jest **odpowiedź B.**



■ **21.** Wykresy I i IV odrzucamy natychmiast, gdyż są niezgodne z faktem, że nawet w ruchu opóźnionym drogi „przybywa”, a nie ubywa. Wykres II dotyczy ruchu jednostajnego, gdyż nachylenie tego wykresu, czyli prędkość ruchu, jest stałe w czasie. W ruchu przyspieszonym prędkość rośnie, więc nachylenie wykresu drogi od czasu rośnie (wykres V). W ruchu opóźnionym prędkość maleje, więc nachylenie wykresu też maleje w czasie, czyli prawidłowy jest tylko wykres III. **Odpowiedź C.**

■ **22.** Skoro ciepło jest dostarczane w stałym tempie, to iloraz ciepła dostarczonego przy topnieniu i ciepła dostarczonego przy podgrzewaniu

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m \cdot c_{\text{topn}}}{m \cdot c_{\text{wl}} \cdot \Delta T} = \frac{c_{\text{topn}}}{c_{\text{wl}} \cdot \Delta T}$$

jest równy ilorazowi czasu potrzebnego na stopienie i czasu potrzebnego na podgrzanie siarki, a zatem

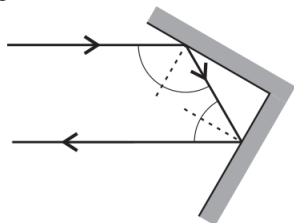
$$\frac{c_{\text{topn}}}{707 \text{ J} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 100 ^\circ\text{C}} = \frac{540 \text{ s}}{720 \text{ s}}$$

Stąd otrzymujemy $c_{\text{topn}} \approx 53 \text{ kJ/kg}$.

Odpowiedź D.

■ **23.** Ciśnienie wyrażone w mmHg odnosi się liczbowo do wysokości słupa cieczy, na którego spodzie panuje ciśnienie hydrostatyczne równe ciśnieniu atmosferycznemu. Pamiętając wzór $p_{\text{hydrostatyczne}} = \rho gh$, możemy obliczyć gęstość rtęci, $\rho \approx 13,6 \text{ kg/m}^3$. Uwzględniając masę wiaderka, osoba może unieść 7 kg rtęci, czyli ok. 0,515 l. **Odpowiedź A.**

■ **24. Odpowiedź E.** Uzasadnieniem niech będzie rysunek przedstawiający przykładowy bieg promienia w układzie.



■ **25.** Pewnym zmyleniem było to, że pytanie dotyczyło nie ostatniego, tylko przedostatniego koła. Jeżeli pierwsze koło wykonuje n obrotów na minutę, to drugie, dwa razy większe, wykonuje dwa razy mniej obrotów, czyli $1/2 \cdot n$. Trzecie koło, trzy razy mniejsze niż drugie – w tym samym czasie wykona $3 \cdot 1/2 n$, czyli $3/2 \cdot n$ obrotów itd. A więc piąte koło w ciągu minuty wykonuje $5 \cdot 1/4 \cdot 3 \cdot 1/2 \cdot n = 15/8 \cdot n$ obrotów. **Odpowiedź D.**

■ **26.** Analiza przepływu prądu w obwodzie pozwala stwierdzić, że świecą wszystkie żarówki, **odpowiedź A.** Niektórzy jednak sądzili, że świeci tylko żarówka najbliższa bateryjce, czyli nr 1, co nie jest prawdą, choć akurat ona świeci najmocniej.

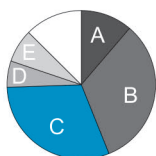
■ **27.** Prawo Archimedeasa głosi, że wartość siły wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy. Ponadto, zgodnie z III zasadą dynamiki, skoro woda działa na kulkę siłą wyporu, to i kulka działa na wodę siłą reakcji, równą co do wartości sile wyporu. Siła ta jest zatem równa ciężarowi wylanej wody, czyli wskazanie wagi się nie zmienia, **odpowiedź C.**

■ **28.** Opisana w zadaniu sytuacja, gdy nacisk obiektu (np. przedmiotu lub człowieka) na podłoże jest większy od ciężaru tego obiektu, to tzw. stan przeciążenia. Występuje on np. wtedy, gdy człowiek stoi w windzie, która porusza się z przyspieszeniem zwróconym do góry. A to ma z kolei miejsce w dwóch sytuacjach: gdy winda jedzie do góry i przyspiesza lub gdy jedzie w dół i hamuje. **Odpowiedź E.** Istnienie stanu przeciążenia oraz niedociążenia można łatwo wytłumaczyć działaniem tzw. siły bezwładności, ale o tym być może będziecie uczyć się w liceum ;-)

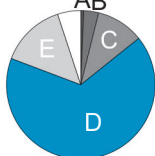
■ **29.** Ciężar belki wynosi 2500 N. Dzieląc go przez podwojoną (litera U) wytrzymałość linki, otrzymujemy 2,5. Czyli potrzebne są co najmniej 3 odcinki, **odpowiedź B.**

■ **30.** Zadanie okazało się trudne, większość uczestników zaznaczyła odpowiedź B, sugerując się pewnie wynikiem prostego dzielenia czasu 42 s przez liczbę głów wynoszącą 7. Należało natomiast zauważyć, że 42 sekundy czasu mamy już po odcięciu pierwszej głowy, czyli gdy do ścięcia pozostaje jeszcze 6 głów. Zatem głowy należy ścinać częściej niż co $42/6 = 7$ sekund, ale niekoniecznie częściej niż co 6 s. **Odpowiedź C.**

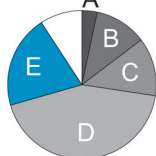
Zadanie 1



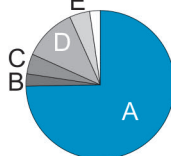
Zadanie 2



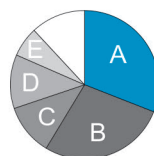
Zadanie 3



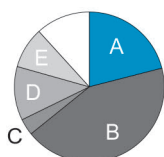
Zadanie 4



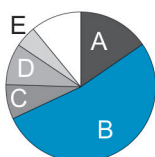
Zadanie 5



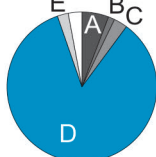
Zadanie 6



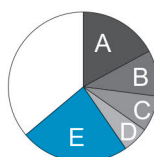
Zadanie 7



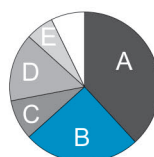
Zadanie 8



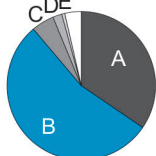
Zadanie 9



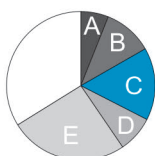
Zadanie 10



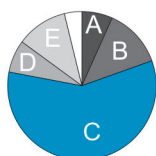
Zadanie 11



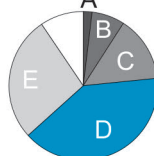
Zadanie 12



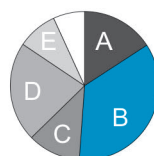
Zadanie 13



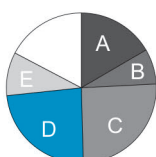
Zadanie 14



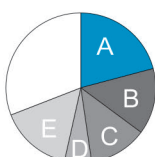
Zadanie 15



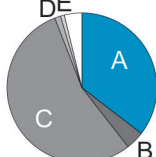
Zadanie 16



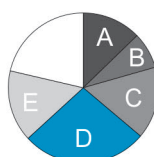
Zadanie 17



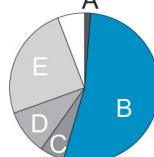
Zadanie 18



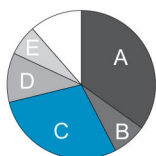
Zadanie 19



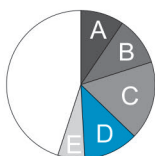
Zadanie 20



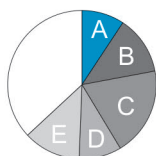
Zadanie 21



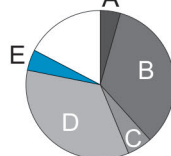
Zadanie 22



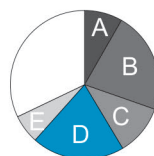
Zadanie 23



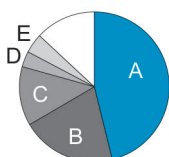
Zadanie 24



Zadanie 25



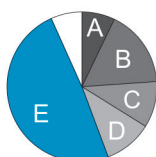
Zadanie 26



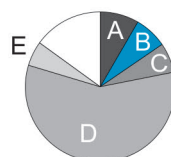
Zadanie 27



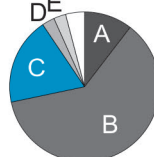
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



Klasy 3 gimnazjum

■ **1.** Tutaj przydatna była pewna wiedza dotycząca budowy drewna. Ale znajomość zjawiska wyporu wystarczyła. **Odpowiedź B.**

■ **2.** Wiadomo, że „oliwa sprawiedliwa, zawsze na wierzch wypływa”. A z kolei miód tonie w wodzie (w herbacie też). **Odpowiedź D.**

■ **3.** Wystarczyło obliczyć, że doba to 86400 sekund i rozwiązać proporcję. **Odpowiedź E.**

■ **4.** O tym doniosłym odkryciu było głośno. Powinien o nim słyszeć każdy, kto choć trochę interesuje się fizyką i marzy o zostaniu taonem, kaonem lub hiperonem ;-) **Odpowiedź C.**

■ **5.** 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 2 do 3, takim samym, jak stosunek mas ciężarków. Zatem stosunek ramion sił w stanie równowagi dźwigni musi wynosić 3:2, co wymusza wybór dziurki **B**. Podobne zadanie wystąpiło także w liceum – ale tam listwa była zawieszona niesymetrycznie, co komplikowało problem.

■ **6.** Z treści zadania wynika, że w wyniku odbicia piłeczka traci $\frac{1}{5}$ swojej energii, zostaje więc $\frac{4}{5}$. Aby obliczyć szukaną szybkość początkową, należy rozwiązać następujące równanie na energie:

$$\frac{4}{5} \left(mgh + \frac{mv^2}{2} \right) = mgh.$$

$$\text{Wynik: } v = \sqrt{\frac{gh}{2}} = \sqrt{5} \frac{m}{s} \approx 2,2 \frac{m}{s}$$

Odpowiedź D.

■ **7.** To pytanie raczej „z teorii”, ale nie powinno sprawić problemów nikomu, kto interesuje się naukami ścisłymi. **Odpowiedź D.**

■ **8.** Rok 2200 nie będzie przestępny, czyli luty będzie miał 28 dni. Pomiędzy 1 stycznia a – powiedzmy 1 kwietnia – jest 90 dni różnicy. Reszta z dzielenia 90 przez 7 wynosi 6. Zatem, skoro 1 stycznia będzie środa, to 1 kwietnia będzie wtorek. Czyli „Lwiątko” będzie dzień wcześniej, 31 marca. **Odpowiedź E.**

■ **9.** Szklanka bez wody jest najlżejsza, dlatego uderzona wydaje dźwięk o największej częstotliwości. **Odpowiedź A.**

■ **10.** $V \cdot A = W$ (wolt · amper = wat). Oczywiście łatwiej poszło tym, którzy pamiętali wzór na moc prądu $P = UI$. **Odpowiedź E.**

■ **11.** Spora część (prawie połowa!) „lwiątkowiczów” zaznaczyła odpowiedź A (po 3 s) sugerując się tym, że właśnie wtedy przyspieszenie osiągnęło wartość maksymalną. A przecież pojazd cały czas jeszcze przyspieszał! Nawet wtedy, gdy przyspieszenie malało. Największą prędkość pojazd osiągnął na koniec ruchu, czyli po 10 sekundach. **Odpowiedź D.**

■ **12.** Gwiazda Polarna to widoczna gołym okiem gwiazda położona najbliżej północnego bieguna nieba. Obecnie jest nią najjaśniejsza gwiazda konstelacji Małej Niedźwiedzicy, zwanej również Małym Wozem. **Odpowiedź C.**

■ **13.** Lusterko należy ustawić tak, aby prosta do niego prostopadła była dwusieczną kąta pomiędzy promieniami światła: padającym i odbitym. Kąt ten wynosi 90° , więc szukany kąt to $90^\circ : 2 = 45^\circ$. **Odpowiedź C.**

■ **14.** Opisana w zadaniu sytuacja, gdy nacisk obiektu (np. przedmiotu lub człowieka) na podłoże jest mniejszy od ciężaru tego obiektu, to tzw. stan niedociążenia. Występuje on np. wtedy, gdy człowiek stoi w win-

dzie, która porusza się z przyspieszeniem zwróconym w dół. A to ma z kolei miejsce w dwóch sytuacjach: gdy winda jedzie w dół i przyspiesza lub gdy jedzie do góry i hamuje. **Odpowiedź D.** Istnienie stanu niedociążenia i przeciążenia można łatwo wytłumaczyć działaniem tzw. siły bezwładności, ale o tym być może będziecie uczyć się w liceum ;-)

■ **15.** Zadanie okazało się być w miarę łatwe, większość uczestników zaznaczyła poprawną **odpowiedź A.** Wystarczyło zbadać przepływ prądu osobno w górnym i osobno w dolnym oczku, a potem zastanowić się, czy żarówka 2 świeci.

■ **16.** Z treści zadania wynika, że jednostką współczynnika liniowej rozszerzalności cieplnej jest $\text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}) = 1/^\circ\text{C}$. **Odpowiedź C.**

■ **17.** Siła nacisku jest zawsze prostopadła do stykających się powierzchni, zatem **odpowiedź B.** Dużo osób zaznaczyło wektor A, który przedstawia całkowitą siłę, którą klocek działa na równię. Siła ta jest wypadkową siły nacisku oraz siły tarcia (którą klocek działa na równię!)

■ **18.** Należało wykonać rachunek jednostek – sprawdzić, który wzór gwarantuje poprawną jednostkę siły, niuton. dla przykładu sprawdźmy poprawną **odpowiedź E:**

$$\left[\frac{1}{2} C \rho S v \right] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{m}^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = \frac{\text{kg} \text{m}^2}{\text{m} \text{s}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \text{N}.$$

■ **19.** Zadanie to wcale nie wymagało wykonania obliczeń, a jedynie jakościowej wiedzy o zjawisku Dopplera. Gdy źródło dźwięku przybliży się do obserwatora (słuchacza), to słyszy on dźwięk o wyższej częstotliwości, czyli wyższy ton. Spośród wymienionych tonów jedynym o wyższej częstotliwości jest h (si), **odpowiedź E.**

■ **20.** Wypolerowana łyżka oglądana od wklęsłej strony stanowi zwierciadło wklęsłe. Charakter obrazu powstałego w wyniku odbicia światła od tego zwierciadła (np. to czy obraz jest odwrócony czy nie) zależy od odległości x przedmiotu od zwierciadła oraz od

promienia jego krzywizny r . Gdy $x > r/2$, to obraz jest odwrócony, gdy odległość $x < r/2$ to powstaje obraz prosty (nie odwrócony).

Odpowiedź B.

■ **21.** Skoro ciepło jest dostarczane w stałym tempie, to iloraz ciepła dostarczonego przy topnieniu i ciepła dostarczonego przy podgrzewaniu

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{m \cdot c_{\text{topn}}}{m \cdot c_{\text{wl}} \cdot \Delta T} = \frac{c_{\text{topn}}}{c_{\text{wl}} \cdot \Delta T}$$

jest równy ilorazowi czasu potrzebnego na stopienie i czasu potrzebnego na podgrzanie siarki, a zatem

$$\frac{53 \text{ kJ/kg}}{c_{\text{wl}} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{540 \text{ s}}{720 \text{ s}}$$

Stąd otrzymujemy $c_{\text{wl}} \approx 707 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

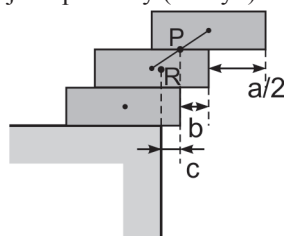
Odpowiedź C.

■ **22.** **Odpowiedź D.** Warto samodzielnie wykonać to ciekawe doświadczenie.

■ **23.** To zadanie sprawiło kłopot sporej części konkursowiczów. O ile większość z nich prawidłowo odczytała z wykresu, że w $t=100 \text{ s}$ prędkości pojazdów mają tę samą wartość, o tyle z porównaniem położenia pojazdów już był problem. Miarą drogi przebytej przez ciało jest pole powierzchni figury ograniczonej wykresem prędkości od czasu i osią czasu. mamy więc (po zamianie km/h na m/s): $s_1 = 20 \text{ m/s} \cdot 100 \text{ s} = 2 \text{ km}$ (pole prostokąta), $s_2 = 0,5 \cdot 20 \text{ m/s} \cdot 100 \text{ s} = 1 \text{ km}$ (pole trójkąta). Skoro pojazd pierwszy w $t = 0 \text{ s}$ już był na trasie w odległości 1 km od linii startu, to po 100 s pojazdy spotkały się.

■ **24.** Konstrukcja nie przewróci się, jeżeli będą spełnione następujące warunki:

1) środek ciężkości górnego klocka, znajdujący się w jego środku geometrycznym, nie będzie wystawał poza środkowy klocek. Ten warunek jest spełniony (na styk).



2) środek ciężkości dwóch górnych klocków, znajdujący się w środku odcinka łączącego środki tych klocków (punkt P na rysunku), nie będzie wystawał poza dolny klocek, skąd mamy $b = a/4$.

3) środek ciężkości wszystkich klocków (punkt R na rysunku), nie będzie wystawał poza stół. Należy więc wyznaczyć położenie punktu R. W pionie – punkt R leży na tej samej wysokości, co środek ciężkości środkowego klocka. Ważniejsze jest jednak położenie punktu R w poziomie. Skoro środek ciężkości 2 górnych klocków znajduje się przy (ściślej mówiąc – nad) prawej krawędzi dolnego klocka, a jego środek ciężkości znajduje się w jego środku geometrycznym, to środek ciężkości układu 3 klocków znajduje się w $1/3$ połowy długości klocka, czyli $1/6 a$. **Odpowiedź C.**

■ **25.** Rozważając ruch kropelek wody względem torów należy zauważyć, że pozioma składowa ich prędkości przed oderwaniem się od nart jest równa prędkości pociągu. Ale pociąg przyspiesza, więc w czasie spadania kropelka przebywa wzdłuż torów mniejszą odległość niż wagon, zatem **odpowiedź C.**

■ **26.** Siła tarcia jest wprost proporcjonalna do wartości siły dociskającej ciało do podłoża, po którym się porusza. W przypadku III siła nacisku ciała na podłoże ma wartość równą ciężarowi klocka, w I jest od niego mniejsza, a w II – większa. Jest to wynikiem działania siły odśrodkowej w Przypadkach I i II. Tak więc, podczas ruchu klocka po torze I, hamującą działającą na klocki siłą tarcia ma wartość mniejszą, a po torze II – większą niż po torze III. Końcowe prędkości spełniają więc nierówność podaną w **odpowiedzi B.**

■ **27.** Prawo Archimidesa głosi, że wartość siły wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy. Ponadto, zgodnie z III zasadą dynamiki, skoro woda działa na kulkę siłą wyporu, to i kulka działa na wodę siłą reakcji, równą co do wartości sile wyporu. Siła ta jest zatem równa ciężarowi wylanej wody, czyli wskazanie wagi się nie zmienia, **odpowiedź D.**

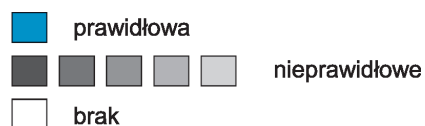
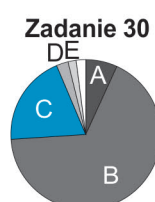
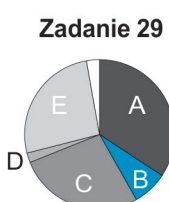
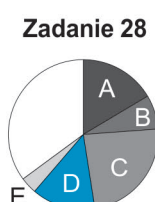
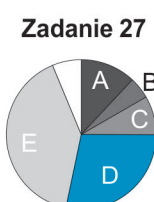
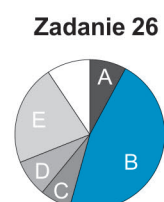
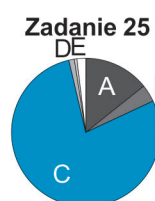
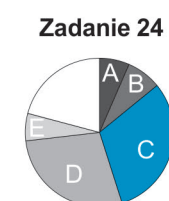
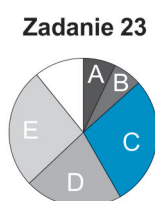
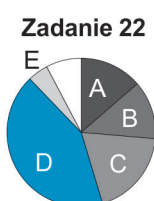
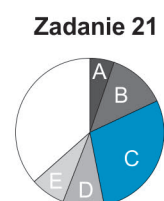
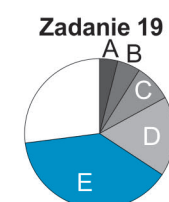
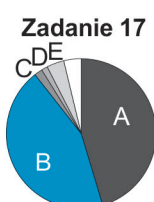
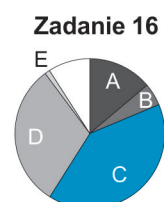
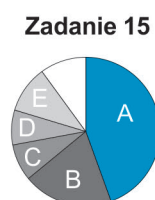
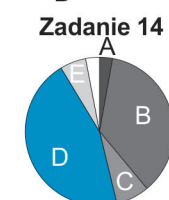
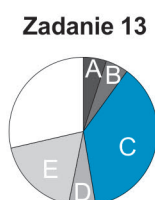
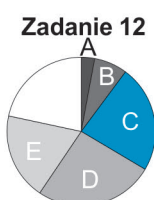
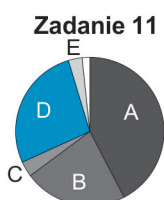
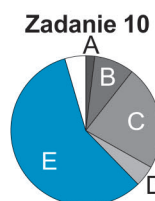
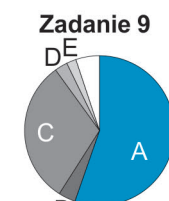
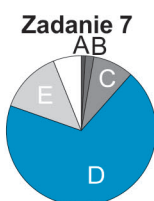
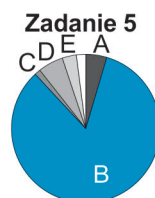
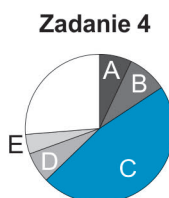
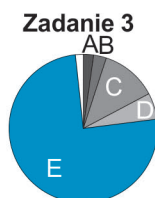
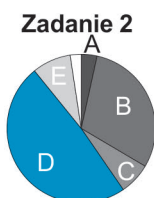
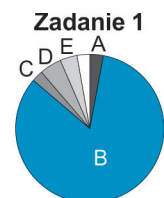
■ **28.** Punkty 1, 2 i 3 możemy od razu odrzucić, gdyż umieszczony w nich ładunek będzie odpychany przez ładunek $4Q$ i przyciągany przez $-Q$. Będzie więc przyspieszany w lewo.

Z pozostałych punktów należy wybrać ten, w którym na umieszczony w nim ładunek, siła przyciągająca pochodząca od $-Q$ będzie miała większą wartość od odpychającej siły pochodzącej od $4Q$. Należy uwzględnić odległości od dane punktu do ładunków, zgodnie z podanym wzorem. **Odpowiedź D.**

■ **29.** Większość uczestników konkursu uważało, że poziom wody nieznacznie się podniósł, za pewne sugerując się wrzuceniem do wody kotwicy. Należało jednak zauważyć, że gdy kotwica była jeszcze w łódce, to jej ciężar musiał być zrównoważony siłą wyporu. Gęstości stali jest kilkakrotnie większa od gęstości wody, więc objętość wypartej wody jest kilka razy większa od objętości kotwicy. A więc po wyjęciu kotwicy z łódki i wrzuceniu jej do wody, poziom wody obniży się.

Można to również rozważyć dwuetapowo: 1) wyjęcie kotwicy z łódki i umieszczenie na brzegu, 2) wrzucenie kotwicy z brzegu do wody. Analizę pozostawiamy czytelnikowi. **Odpowiedź B.**

■ **30.** Zadanie okazało się trudne, większość uczestników zaznaczyła odpowiedź B, sugerując się pewnie wynikiem prostego dzielenia czasu 56 s przez liczbę głów wynoszącą 8. Należało natomiast zauważyć, że 56 sekund czasu mamy już po odcięciu pierwszej głowy, czyli gdy do ścięcia pozostaje jeszcze 7 głów. Zatem głowy należy ścinać częściej niż co $56/7 = 8$ sekund, ale niekoniecznie częściej niż co 7 s. **Odpowiedź C.**



Klasy I liceum i technikum

■ 1. Odpowiedzi B, C i E od razu odrzucamy, wszak odstęp pomiędzy poniedziałkami zawsze jest liczbą podzielną przez 7, a podane tam liczby nie spełniają tego warunku. Z kolei odpowiedź D odrzucamy z racji poniedziałku wielkanocnego, w związku z którym konkurs musi się odbyć 7 dni wcześniej lub 7 dni później. **Odpowiedź A.**

■ 2. Lód może pęknąć, jeśli w pewnym miejscu działa na niego zbyt duża siła, a więc gdy ciśnienie w pewnym obszarze lodu przekroczy wartość maksymalną. Ciśnienie jest równe ilorazowi wartości siły i pola powierzchni, na którą ta siła działa. Zwiększając pole powierzchni, na którą działa stała siła, zmniejszamy ciśnienie. **Odpowiedź D.**

■ 3. W ciągu 12 godzin wskazówki zegara przecinają się 11 razy, co około 1 godzinę i 5 minut (dokładniej: co 12/11 godziny). Oczywiście chyba jest, że tyle samo razy tworzą kąt 180° , tylko około 30 minut później. W ciągu doby sytuacja ta zachodzi dwa razy więcej razy, czyli 22, **odpowiedź A.**

■ 4. To pytanie raczej „z teorii”, ale nie powinno sprawić problemów nikomu, kto interesuje się naukami ścisłymi. **Odpowiedź D.**

■ 5. O tym doniosłym odkryciu było głośno. Powinien o nim słyszeć każdy, kto choć trochę interesuje się fizyką i marzy o zostaniu taonem, kaonem lub hiperonem ;-) **Odpowiedź B.**

■ 6. Ciśnienie to iloraz wartości siły działającej na daną powierzchnię do pola tej powierzchni, $p = F/S$. U nas: $F = mg + Mg$, $S = a^2$. Po podstawieniu do wzoru na p otrzymujemy **odpowiedź B.**

■ 7. Najbardziej „popularne” odpowiedzi Lwiątkowiczów, to C i E. C jest nieprawdziwa, gdyż rzucona piłka porusza się cały czas swobodnie, więc jej przyspieszenie jest stałe i równe ziemskiemu przyspieszeniu

grawitacyjnemu. Natomiast nieprawdziwość odpowiedzi E, jakoby piłka zatrzymała się na ułamek sekundy, jest mniej intuicyjna. Ściśle rzecz ujmując „chwila” czasu, gdy prędkość jest równa zero, jest punktem na osi czasu, a nie przedziałem. „Trwa” więc zero. Prawdziwa jest **odpowiedź A.**

■ 8. Prawie cała energia wytwarzana przez Słońce powstaje w wyniku cyklu proton-proton, polegającym na łączeniu się protonów w jądra helu. **Odpowiedź C.**

■ 9. Prawidłowo zjawisko rozszczepienia światła w pryzmacie przedstawia **rysunek A**. Światło ulega rozszczepieniu już wchodząc do pryzmatu. Spośród wszystkich barw światła widzialnego, najbardziej odchylony jest promień fioletowy (czyli odwrotnie niż przy siatce dyfrakcyjnej).

■ 10. Warto samodzielnie zaobserwować to zjawisko. Jak wiadomo, ciecze są trudno ściśliwe, a więc objętość porcji płynącej wody nie zmienia się (tzw. ciągłość strumienia cieczy). W miarę spadania, pod wpływem siły grawitacji, zwiększa się prędkość strużki wody wypływającej z kranu, a więc dana porcja wody (mająca kształt zbliżony do walca) wydłuża się. Zatem, właśnie z racji stałej objętości, strużka zwęża się. **Odpowiedź B.**

■ 11. Prawo Archimedesesa głosi, że wartość siły wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy. Ponadto, zgodnie z III zasadą dynamiki, skoro woda działa na kulkę siłą wyporu, to i kulka działa na wodę siłą reakcji, równą co do wartości sile wyporu. Siła ta jest zatem równa ciężarowi wylanej wody, czyli wskazanie wagi się nie zmienia, **odpowiedź D.**

■ 12. Położeniem równowagi będzie to, przy którym energia potencjalna pręta będzie najmniejsza, czyli gdy środek masy pręta przyjmie położenie najniższe z możliwych. **Odpowiedź E.**

■ **13.** Energię kinetyczną można wyrazić za pomocą pędu

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}.$$

Oznaczając pęd ciała o masie m przez p_1 , a pęd ciała o masie M przez p_2 , mamy

$$\frac{p_1^2}{2m} = \frac{p_2^2}{2M}, \text{ a stąd } \frac{p_1^2}{p_2^2} = \frac{m}{M} \text{ i } \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{m}{M}}.$$

Odpowiedź C.

■ **14.** Większość uczestników „Lwiątką” zaznaczyło poprawną **odповідь C**. Co szósty natomiast uważał, że po wrzuceniu drewnianej kuleczki do lewego ramienia poziom wody w lewym ramieniu się obniży, a w prawym podniesie. Sytuacja taka miała by miejsce wtedy, gdyby do U-rurki zamiast kulki włożyć tłoczek, ściśle przylegający do jej ścianek. Jeśli jednak mała kulka pływa po wodzie, to ciśnienie w ramieniu rurki zależy już tylko od głębokości, a z racji warunku równości ciśnień na dolnym poziomie, wysokości słupków wody w obu ramionach muszą być jednakowe.

■ **15.** Zadanie okazało się być podchwytliwe. Prawie połowa „Lwiątkowiczów” zaznaczyła odpowiedź C, nie analizując obwodu, a tylko stosując prawo Ohma dla podanego napięcia i oporu. Należało zauważyć, że woltomierz, w idealnym przypadku mający nieskończony opór, nie przewodzi prądu, więc w rozważanym obwodzie prąd nie płynie! **Odpowiedź A.**

■ **16.** Potrzebne są dwa wzory, na prędkość i drogę w spadku swobodnym: $v = gt$, oraz $s = 1/2 gt^2$. Z nich musimy wyprowadzić wzór na zależność v od s . Ze wzoru na s obliczamy czas $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$ i podstawiamy

do wzoru na prędkość $v = \sqrt{2gs}$. Prędkość chwilowa ciała spadającego swobodnie jest więc wprost proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego z przebytej drogi, **odповідь E**.

■ **17.** Przywołajmy warunek równowagi dźwigni dwustronnej. Po obu stronach dźwigni iloczyn wartości działającej siły i odle-

głości jej punktu przyłożenia od osi dźwigni powinien być taki sam. Ta odległość to tzw. ramię siły. Sytuację komplikuje fakt, że listwa jest zawieszona niesymetrycznie i w warunku równowagi należy uwzględnić dodatkowe obciążenie pochodzące od 3 skrajnych prawych kawałków listwy, każdy o masie $2 \text{ kg}/10 = 0,2 \text{ kg}$. Przyjmując odległość pomiędzy dziurkami za jednostkę odległości i skracając równanie przez g , otrzymujemy równanie na odległość x miejsca podwieszenia ciężarka

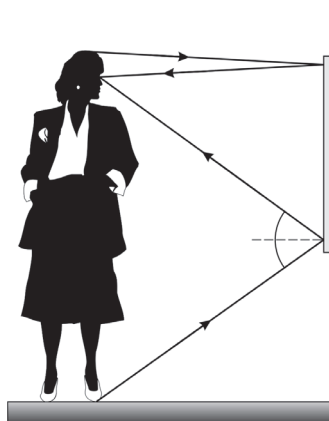
$$1 \cdot x + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 6 = 2 \cdot 3,$$

skąd $x = 3$, czyli **odповідь C**.

Oczywiście powyższe rozumowanie jest zgodnie z bardziej formalnym użyciem pojęcia momentu siły.

■ **18.** Zadanie okazało się trudne, większość uważała, że minimalna wielkość lustra zależy od odległości osoby stojącej przed nim. A przecież chyba każdy kiedyś stał przed dużym lustrem przymierzając garnitur lub sukienkę. Następnym razem warto wykonać prosty eksperyment: stojąc blisko lustra, prosimy kogoś o zaznaczenie na lustrze miejsca, w którym widzimy odbicie np. swoich butów, po czym oddalamy się od lustra; czy teraz obraz naszych butów widzimy gdzie indziej czy w tym samym miejscu co poprzednio?

Przeanalizujmy bieg promieni w sytuacji rozważanej w zadaniu. Na rysunku zaznaczono bieg dwóch skrajnych promieni docierających do oka – jednego biegnącego od stopy, a drugiego od czubka głowy.



Zgodnie z prawem odbicia, pierwszy z tych promieni odbija się w lustrze w punkcie znajdującym się na wysokości równej połowie odległości naszego oka od podłogi, a drugi w punkcie leżącym na tej samej wysokości, co środek odcinka oko – czubek głowy. Odległość punktów odbicia tych promieni w lustrze jest równa połowie wzrostu osoby przeglądającej się. **Odpowiedź A.** Czytelnik sam spróbuje odpowiedzieć na pytanie: dlaczego zazwyczaj kupujemy lustra większe (tzn. wyższe) niż połowa naszego wzrostu?

■ **19.** Najpierw należy rozpoznać, który balonik jest napełniony helem, a który powietrzem. Skoro baloniki są przytwierdzone na nitkach, to ten zaczepiony do podłogi wagonu nie może być napełniony powietrzem, gdyż wtedy z powodu swojego ciężaru nie unosiłby się do góry. Tak więc balonik z helem, to ten zamocowany do podłogi, a ten z powietrzem jest zawieszony do sufitu. Gdy wagon jedzie w prawo i hamuje, to wektor przyspieszenia jest zwrócony w lewo. Na każdy obiekt, tj. zarówno baloniki, jak i powietrze w wagonie, działa siła bezwładności zwrócona przeciwnie do przyspieszenia, czyli w prawo. Siła ta odchyła balonik z powietrzem w prawo. Natomiast balonik z helem, który jest „lżejszy” od powietrza, odchyła się w lewo, gdyż jego miejsce chce zająć „cięższe” od niego powietrze. Przyspieszenie hamującego wagonika jest w pewnym stopniu równoważone dodatkowemu przyspieszeniu grawitacyjnemu zwróconemu w prawo, co możemy też sobie wyobrazić jako przechylenie wagonika w prawo w ziemskim polu grawitacyjnym. W tak przechylonym (obróconym) wagoniku nitki mocujące baloniki znowu ustawiają się w pionie. **Odpowiedź E.**

■ **20.** Równoczesne oddalenie od siebie dwóch ciał jest równoważne oddaleniu jednego ciała od nieruchomego drugiego. Wszak energia pola grawitacyjnego zależy od odległości pomiędzy ciałami, a nie bezpośrednio od ich położeń. **Odpowiedź C.** Bardzo „popularna” była odpowiedź B, zgodnie z którą szukana praca była dwa razy większa. Widocznie osoby, które wybrały tą

odповідź, zapomniały, że energię potencjalną (np. grawitacyjną i elektrostatyczną) „ma” cały układ, czyli oddziałujące ciała łącznie, a nie każde z osobna.

■ **21.** Zadanie okazało się być trudne. Dużo osób uznało, że obie kulki zaczną spadać z przyspieszeniem ziemskim. A co z siłą sprężystości? Dolna kulka początkowo jest w równowadze, bo jej ciężar jest równoważony przez siłę, którą działa sprężyna. W momencie puszczenia górnej kulki, wydłużenie sprężyny nie zmieni się natychmiast, skokowo – można przyjąć, że wynosi tyle, ile przed puszczeniem. A zatem siła sprężystości nie zmieni się i siły działające na dolną kulkę nadal się równoważą. Kulka pozostanie w spoczynku! Jej przyspieszenie w tej chwili wynosi zero.

Natomiast na górną kulkę działają w dół dwie siły: jej ciężaru oraz sprężystości sprężyny, która początkowo jest równa ciężarowi dolnej kulki; łącznie podwojony ciężar kulki. Ta siła nadaje przyspieszenie $2g$. **Odpowiedź C.**

Dla starszych klas przygotowaliśmy to samo zadanie, ale z większą liczbą kul. Warto przeanalizować te przykłady.

■ **22.** Jak wiadomo, długość fali λ emitowanej przez atom wodoru przy przejściu z poziomu n na poziom k spełnia równanie $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, gdzie R to pewna stała. Podana w treści zadania długość fali spełnia więc warunek $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = \frac{5}{36} R$.

Jonizację atomu można rozważać jako przejście ze stanu niższego do stanu o $n = \infty$, co w przypadku przejścia ze stanu podstawowego ($k = 1$), wymaga pochłonięcia kwantu promieniowania o długości fali λ' spełniającej równanie $\frac{1}{\lambda'} = R$. Z porównania powyższych wzorów dostajemy $\frac{1}{\lambda} = \frac{5}{36} \frac{1}{\lambda'}$, skąd $\lambda' = \frac{5}{36} \lambda$. **Odpowiedź E.**

■ **23.** Tylko co siódmy uczestnik Lwiątko zaznaczył poprawną **odpowiedź C**. Prawie co drugi dał się zmylić i uznał, że wystarczy obliczyć $(3\%)^2 = 9\%$. Poprawne rozwią-

zanie zadania wymagało przeprowadzenia analizy - jak zmieni się energia kinetyczna ciała, jeżeli prędkość zmieni się o 3%. Wystarczyło więc do wzoru na E_k podstawić prędkość np. zwiększoną o 3% a więc wynoszącą $1,03v$. Otrzymujemy wtedy

$$E_k' = \frac{m \cdot (1,03v)^2}{2} = \frac{1,0609mv^2}{2} \approx 1,06 \frac{mv^2}{2} = 1,06E_k$$

Wzrost energii kinetycznej o 6% oznacza taką właśnie niepewność względną.

■ **24.** W każdym z przypadków ciężar maleje o wartość siły grawitacji pochodzącej od usuniętej części planetoidy. Na podstawie prawa powszechnego ciążenia zmianę ciężaru można wyrazić wzorami:

$$F_1 = G \frac{M_1 m}{r_1^2} = G \frac{\frac{1}{8} M m}{\left(\frac{1}{2} R\right)^2} = \frac{4}{8} G \frac{M m}{R^2} = \frac{1}{2} Q,$$

$$F_2 = G \frac{M_1 m}{r_2^2} = G \frac{\frac{1}{8} M m}{\left(\frac{3}{2} R\right)^2} = \frac{1}{18} G \frac{M m}{R^2} = \frac{1}{18} Q,$$

gdzie: M to początkowa masa planetoidy, $M_1 = M/8$ - masa usuniętej części planetoidy, czyli kuli o dwa razy mniejszym promieniu, m - masa odważnika, r_1 i r_2 to odległości odważnika od środka usuniętej części kuli. **Odpowiedź D.**

■ **25. Odpowiedź B.** Należy wykonać rachunek jednostek. Ponadto ci, którzy znali „najsłynniejszy wzór fizyczny” $E = mc^2$, mogli od razu odrzucić niektóre błędne odpowiedzi.

■ **26.** Należało obliczyć maksymalne wartości siły tarcia statycznego klocków o podłoże: $T_{1,\max} = \mu m_1 g = 0,5 \cdot 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 5 \text{ N}$, $T_{2,\max} = \mu m_2 g = 0,5 \cdot 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 10 \text{ N}$. Wartość siły sprężystości jest więc ograniczona od góry przez 5 N, aby klocek 1 mógł pozostać w równowadze. **Odpowiedź D.**

■ **27. Odpowiedź E.** Po podłączeniu bieguny baterii do punktów Q i S nie świeci żarówka pomiędzy P i R, gdyż punkty te mają

ten sam potencjał elektryczny. Po podłączeniu do punktów P i R - nie świeci żarówka dolna. itd. Dalszą analizę można właściwie pominąć, jeżeli zauważy się, że rozważany układ żarówek jest zawsze taki sam, niezależnie od wyboru punktów podpięcia baterii.

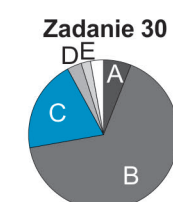
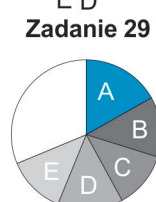
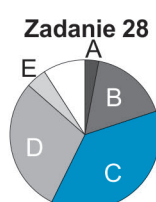
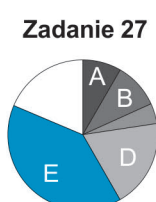
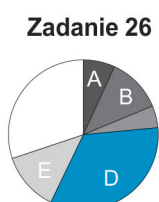
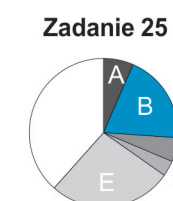
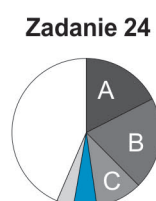
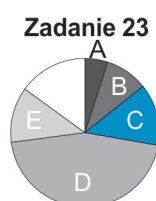
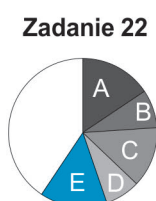
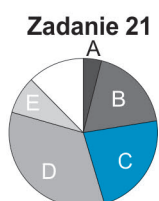
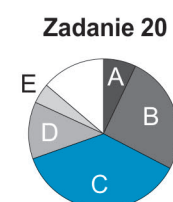
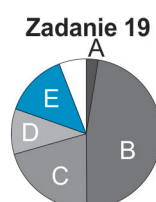
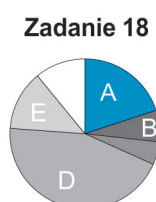
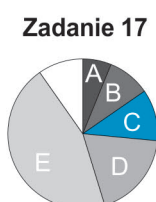
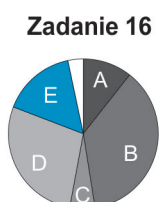
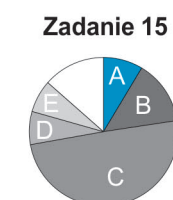
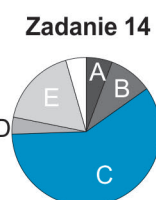
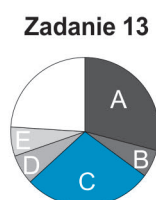
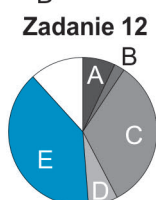
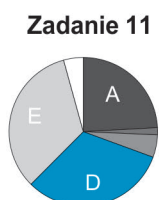
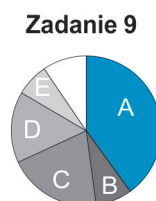
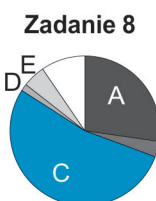
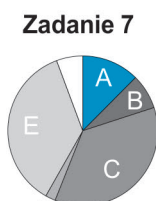
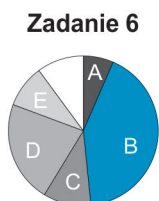
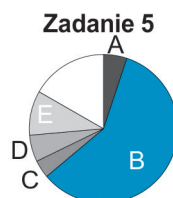
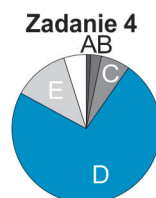
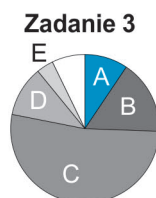
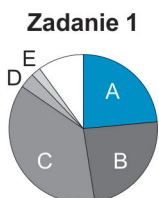
■ **28.** Ucząc się fizyki jądrowej, zgłębiając tajniki rozpadu promieniotwórczego, poznajemy prawo wykładniczego zaniku oraz pojęcie czasu połowicznego zaniku $T_{1/2}$, po którym liczba jąder, które nie uległy rozpadowi, N , maleje dwukrotnie. Wzór opisujący zależność N od czasu t ma postać

$$N(t) = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{t/T_{1/2}},$$

gdzie N_0 to początkowa liczba jąder. To „lwiatkowe” zadanie jest trudne jest przeanalizować używając pojęcia czasu połowicznego zaniku. Aby udzielić poprawnej odpowiedzi należało zauważyć, że zanik wykładniczy można opisać wzorem z dowolną podstawą potęgi, np. równą $1/3$. Wtedy po każdym kolejnym „czasie $1/3$ rozpadu” liczba jąder nierozpadniętych maleje 3-krotnie. Oczywiście staje się **odpowiedź C.**

■ **29.** Autorzy zadań lwiatkowych nie są aż tak wredni, aby kazać pamiętać takie szczegóły dotyczące ruchu ciał niebieskich. Należało więc pokombinować. Jak wiadomo, z Ziemi cały czas widać jedną i tą samą stronę Księżyca, więc odpowiedzi D i E odrzucamy. Wszak przy braku własnego obrotu Księżyca i tak oglądalibyśmy go z różnych stron dzięki obiegowi wokół naszej planety. Widoczność jednej strony Księżyca będzie możliwa tylko wtedy, gdy obrót i obieg będą w tę samą stronę. **Odpowiedź A.**

■ **30.** Zadanie okazało się trudne, większość uczestników zaznaczyła odpowiedź B, sugerując się pewnie wynikiem prostego dzielenia czasu 72 s przez liczbę głów wynoszącą 9. Należało natomiast zauważyć, że 72 sekund czasu mamy już po odcięciu pierwszej głowy, czyli gdy do ścięcia pozostaje jeszcze 8 głów. Zatem głowy należy ścinać częściej niż co $72/8 = 9$ sekund, ale niekoniecznie częściej niż co 8 s. **Odpowiedź C.**



Klasy II liceum i technikum

■ **1.** Odpowiedzi B, C i E od razu odrzucamy, wszak odstęp pomiędzy poniedziałkami zawsze jest liczbą podzielną przez 7, a podane tam liczby nie spełniają tego warunku. Z kolei odpowiedź D odrzucamy z racji poniedziałku wielkanocnego, w związku z którym konkurs musi się odbyć 7 dni wcześniej lub 7 dni później. **Odpowiedź A.**

■ **2. Odpowiedź B.** Promieniowanie jest jedynym spośród wymienionych sposobem przekazu energii w przestrzeni kosmicznej (nie licząc zderzeń).

■ **3.** Na krople wody działa siła odśrodkowa. **Odpowiedź C.**

■ **4.** W 2012 roku doszło do przejścia Wenus na tle tarczy Słońca. Niestety zjawisko to nie było widoczne w Polsce. Na taką gratkę musimy poczekać do 2125 roku. Pewnie i wtedy pojawi się w Lwiątku zadanie na ten temat ;-)

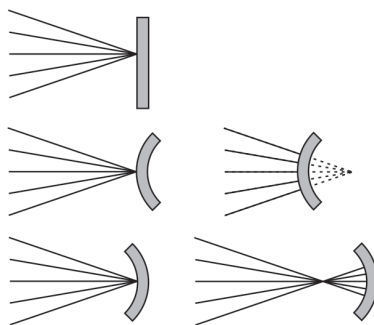
■ **5.** Najbardziej popularna była prawidłowa **odpowiedź C.** Ciśnienie w ramieniu rurki zależy od głębokości (wysokości słupa cieczy), a z racji warunku równości ciśnień na dolnym poziomie, wysokości słupków wody w obu ramionach muszą być jednakowe. Prawie co piąty uczestnik konkursu uznał, że po wrzuceniu kulek poziom wody w lewym ramieniu podniesie się, a w prawym obniży. Sytuacja taka miałaby miejsce wtedy, gdyby do U-rurki zamiast kulek włożyć tłoczki, ściśle przylegające do jej ścianek.

■ **6.** Najwięcej osób uznało, że Księżyc i tak zacznie krążyć wokół Ziemi. Dlaczego miało by się tak stać, nie wiemy. Spora część uczestników przyjęło, że Księżyc spadnie na Ziemię, co jest oczywiście zgodne z intuicją. Jednak rachunki temu przeczą! Korzystając z prawa powszechnej grawitacji można obliczyć wartości sił grawitacji, którymi na Księżyc działa: Słońce ($4,4 \cdot 10^{20}$ N) i Ziemia ($2,0 \cdot 10^{20}$ N). Tak więc siła wypadkowa jest zwrócona w stronę Słońca, **odpowiedź B.**

■ **7.** O tym doniosłym odkryciu było głośno. Powinien o nim słyszeć każdy, kto choć trochę interesuje się fizyką i marzy o zostaniu taonem, kaonem lub hiperonem ;-). **Odpowiedź C.**

■ **8.** 22 grudnia na biegunie północnym trwa noc polarna. Księżyc w pełni znajduje się po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce. Dlatego podczas nocy polarnej, gdy Słońce cały czas jest pod horyzontem, Księżyc w pełni znajduje się nad horyzontem. **Odpowiedź A.**

■ **9. Odpowiedź E.** Zwierciadłem może być:
1) zwierciadło płaskie, umieszczone prostopadle do osi wiązki światła w punkcie przecięcia promieni,
2) zwierciadło wypukłe umieszczone w punkcie przecięcia promieni lub tak, że jego środek krzywizny znajduje się w punkcie przecięcia przedłużeń promieni,
3) zwierciadło wklęsłe umieszczone w punkcie przecięcia promieni lub za tym punktem, w odległości równej promieniowi krzywizny zwierciadła.



■ **10.** Najpierw należało zauważyć, że w ciągu 4 sekund każdy impuls przesunie się o 4 metry (4 jednostki na osi). Gdyby więc każdy z nich poruszał się po osobnym sznurku, to sytuacja wyglądałaby następująco:



A teraz wystarczy dodać wartości wychyleń sznurka z położenia równowagi. **Odpowiedź C.**

■ **11.** Najwięcej osób wybrało niestety nieprawidłową odpowiedź C. Należało zauważyć, że przez gałąź zawierającą dolny woltomierz prąd nie płynie, gdyż opór wewnętrzny idealnego woltomierza jest nieskończony. Zatem napięcia na opornikach wynoszą zero, a więc wskazania obu woltomierzy muszą być jednakowe. **Odpowiedź D.**

■ **12.** Większość uczestników Lwiątka poprawnie uznało, że prędkości małpki i drogi przebyte przez nią w dwóch układach odniesienia są różne. Jednak przyspieszenia małpki mierzone w tych układach odniesienia są jednakowe. Na przykład, gdy małpka wykonuje skok, to porusza się z przyspieszeniem ziemskim bez względu na to, względem którego z układów odniesienia opisujemy ten ruch. Jest tak zawsze, gdy układy odniesienia względem siebie się nie poruszają lub poruszają ruchem jednostajnym prostoliniowym.

■ **13.** Prawo Archimedesesa głosi, że wartość siły wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy. Ponadto, zgodnie z III zasadą dynamiki, skoro woda działa na kulkę siłą wyporu, to i kulka działa na wodę siłą reakcji, równą co do wartości sile wyporu. Siła ta jest zatem równa ciężarowi wylanej wody, czyli wskazanie wagi się nie zmieni, **odpowiedź B.**

■ **14.** Energia kinetyczna ciała jest wprost proporcjonalna do kwadratu prędkości

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Zatem w ruchu jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej, E_k jest także wprost proporcjonalna do kwadratu czasu, gdyż $v = at$. Tak więc, energia kinetyczna samochodu po 3 sekundach ruchu będzie 9 razy większa od energii kinetycznej po 1 sekundzie ruchu i wyniesie $9 \cdot 1,2 \text{ kJ} = 10,8 \text{ kJ}$. W ciągu drugiej i trzeciej sekundy ruchu samochód zwiększył więc swoją energię kinetyczną o $9,6 \text{ kJ}$, **odpowiedź D.**

■ **15.** Przywołajmy warunek równowagi dźwigni dwustronnej. Po obu stronach dźwigni iloczyn wartości działającej siły i odległości jej punktu przyłożenia od osi dźwi-

gni powinien być taki sam. Ta odległość to tzw. ramię siły. Sytuację komplikuje fakt, że listwa jest zawieszona niesymetrycznie i w warunkach równowagi należy uwzględnić dodatkowe obciążenie pochodzące od 3 skrajnych prawych kawałków listwy, każdy o masie $2 \text{ kg}/10 = 0,2 \text{ kg}$. Przyjmując odległość pomiędzy dziurkami za jednostkę odległości i skracając równanie przez g , otrzymujemy równanie na odległość x (licząc w prawo od punktu zawieszenia listwy) miejsca podwieszenia ciężarka

$$1 \cdot x + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 6 = 1 \cdot 2,$$

skąd $x = -1$, czyli **dziurka C.** Oczywiście powyższe rozumowanie jest zgodnie z bardziej formalnym użyciem pojęcia momentu siły.

■ **16.** Tutaj nie wystarczyło, jak to zrobiło najwięcej osób, podzielić promień Ziemi przez promień jej orbity. Słońce emituje produkowaną przez siebie energię równomiernie we wszystkie strony, więc energia docierająca do Ziemi jest taką samą częścią całkowitej energii emitowanej przez Słońce, jaką częścią powierzchni kuli o promieniu równym promieniowi ziemskiej orbity jest powierzchnia przekroju Ziemi przechodzącego przez jej środek (a nie całkowita jej powierzchnia ani nie połowa!). Mamy więc ułamek

$$\frac{\pi R_z^2}{4\pi r_{\text{orb}}^2} = \frac{1R_z^2}{4r_{\text{orb}}^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{R_z}{r_{\text{orb}}} \right)^2 = \frac{1}{4} \left(\frac{6400 \text{ km}}{150\,000\,000 \text{ km}} \right)^2$$

Po wykonaniu obliczenia otrzymujemy **odpowiedź D.**

■ **17.** Niestety to zadanie wymaga trochę więcej obliczeń. Obliczymy przyspieszenie walca na równi, a ściślej mówiąc przyspieszenie kątowe ε obrotu wokół tzw. chwilowej osi obrotu, którą jest prosta styku walca z powierzchnią równi. Najpierw obliczymy moment bezwładności walca o promieniu R i długości h , wykonanego z materiału o gęstości ρ względem podanej powyżej osi obrotu (korzystamy też z tw. Steinera):

$$I = \frac{1}{2} mR^2 + mR^2 = \frac{3}{2} mR^2 = \frac{3}{2} \rho \pi R^2 h R^2 = \frac{3}{2} \rho \pi R^4 h.$$

Teraz obliczamy moment siły ciężkości względem podanej osi obrotu, na równi o kącie nachylenia α :

$$M = FR \sin \alpha = mgR \sin \alpha = \rho \pi R^2 hgR \sin \alpha = \rho \pi R^3 hg \sin \alpha.$$

Z drugiej zasady dynamiki dla ruchu obrotowego mamy

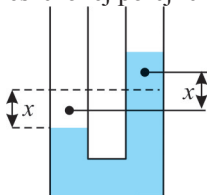
$$\varepsilon = \frac{M}{I} = \frac{\rho \pi R^3 hg \sin \alpha}{\frac{3}{2} \rho \pi R^4 h} = \frac{2g \sin \alpha}{3R},$$

a więc przyspieszenie liniowe wynosi

$$a = \varepsilon R = \frac{2}{3} g \sin \alpha.$$

Jak widać nie zależy ono ani od promienia walca, ani od jego długości, więc czas staczania jest taki sam dla wszystkich walców wykonanych z tego samego materiału, niezależnie od wymiarów. **Odpowiedź D.**

■ **18.** Rozważmy problem pod kątem zmiany energii układu, konkretnie energii potencjalnej. Przesuwając jeden z tłoczków w dół powodujemy podniesienie się drugiego tłoczka o ten sam dystans. Zwiększenie energii potencjalnej jednego tłoczka odbywa się kosztem energii potencjalnej drugiego – nie zmienia to energii układu. Przesunięciu ulega również ciecz w rurce, co energetycznie rzecz ujmując jest równoważne przemieszczeniu cieczy o objętości równej Sx i masie ρSx na wysokość równą x . Kropki na rysunku oznaczają położenia środków ciężkości przemieszczanej porcji cieczy.



Wykonana praca równa jest więc zmianie energii potencjalnej cieczy, czyli $mhg = \rho Sx \cdot g \cdot x = \rho g x^2$. **Odpowiedź C.**

■ **19.** To zadanie sprawiło sporo kłopotów Iwiatkowiczom. Z I zasady dynamiki oraz podanej w treści zadania zależności siły oporu aerodynamicznego od prędkości wnioskujemy, że prędkość graniczna v_g spełnia równanie $kv_g^2 = mg$, w którym k

to współczynnik proporcjonalności (stała niezależna od v_g), a m to masa ciała. Przy prędkości dwa razy większej od prędkości granicznej siła oporu będzie $2^2 = 4$ razy większa, czyli wyniesie $4kv_g^2 = 4mg$. Po uwzględnieniu ciężaru mg spadającego ciała dostajemy wartość siły wypadkowej działającej na to ciało równą $3mg$. Zatem przyspieszenie (a właściwie opóźnienie) ciała ma wartość $3g$. **Odpowiedź A.**

■ **20.** Należało obliczyć maksymalne wartości siły tarcia statycznego klocków o podłoże:

$$T_{1,\max} = \mu_1 m_1 g = 0,5 \cdot 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 5 \text{ N},$$

$$T_{2,\max} = \mu_2 m_2 g = 0,2 \cdot 4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 8 \text{ N}.$$

Wartość siły sprężystości jest więc ograniczona od góry przez 5 N, aby klocek 1 mógł pozostać w równowadze. **Odpowiedź D.**

■ **21.** Ciepło molowe jednoatomowego gazu doskonałego przy stałej objętości wynosi $3/2 R$, a przy stałym ciśnieniu $5/2 R$ (R to uniwersalna stała gazowa).

Podczas izochorycznej części przemiany 1, ciśnienie rośnie 2-krotnie, co oznacza również dwukrotny wzrost temperatury gazu, czyli $\Delta T = 2T_1 - T_1 = T_1$, gdzie T_1 to temperatura gazu w stanie M, spełniająca równanie stanu gazu $p_1 V_1 = nRT_1$. Zatem ciepło dostarczone do gazu w tej części przemiany wynosi $3/2 nR\Delta T = 3/2 nRT_1 = 3/2 p_1 V_1$.

Podczas izobarycznej części przemiany 1, objętość rośnie 2-krotnie, co oznacza również dwukrotny wzrost temperatury gazu, czyli $\Delta T = 4T_1 - 2T_1 = 2T_1$. Zatem ciepło dostarczone do gazu w tej części przemiany wynosi $5/2 nR\Delta T = 5/2 nR2T_1 = 10/2 p_1 V_1$. Ciepło dostarczone w całej przemianie 1 wynosi więc $Q_1 = 13/2 p_1 V_1$.

Postępując analogicznie można wykazać, że $Q_2 = 11/2 p_1 V_1$. Tak więc $Q_1/Q_2 = 13/11$. **Odpowiedź A.**

■ **22.** Udzielenie poprawnej odpowiedzi na to zadanie wymagało innego spojrzenia na podany obwód elektryczny. Zauważmy, że pomiędzy punktami P i Q znajdują się trzy połączone ze sobą równolegle gałęzie: a) żarówka 1, b) połączone szeregowo żarówki 3 i 4, c) połączone szeregowo żarówki 2 i 6.

Żarówka nr 5 nie świeci, gdyż jest wpięta pomiędzy dwoma punktami obwodu mającymi ten sam potencjał elektryczny. Wypinamy więc tę żarówkę z obwodu, co nie zmieni rozpręgu prądu w analizowanym obwodzie. Gałęzie b) i c) są jednakowe i połączone równolegle, więc wszystkie znajdujące się w nich żarówki świecą jednakowo.

Odpowiedź D.

■ **23.** Zadanie okazało się być bardzo trudne. Tylko 8% uczestników udzieliło poprawnej odpowiedzi. Dużo osób uznało, że wszystkie kulki zaczną spadać z przyspieszeniem ziemskim. A co z siłami sprężystości?

Dolna kulka początkowo jest w równowadze, bo jej ciężar jest równoważony przez siłę, którą działa na nią dolna sprężyna. Zatem siła sprężystości dolnej sprężyny wynosi mg (m – masa kulki).

Środkowa kulka przed puszczeniem również jest w spoczynku, co oznacza, że górna sprężyna działa na nią siłą o wartości $2mg$ (ciężar środkowej kulki plus siła naciągu dolnej sprężyny).

W momencie puszczenia górnej kulki, wydłużenia sprężyn nie zmienia się natychmiast, skokowo – można przyjąć, że wynoszą tyle, ile przed puszczeniem. A zatem siły sprężystości nie zmieniają się. Zatem siły działające na dolną i środkową kulkę nadal się równoważą. Kulki początkowo pozostaną w spoczynku. Ich przyspieszenia w tej chwili wynoszą zero.

Natomiast na górną kulkę działają w dół dwie siły: jej ciężaru oraz sprężystości sprężyny o wartości $2mg$, łącznie potrojony ciężar kulki, $3mg$. Po puszczeniu kulki ta siła nadaje kulce przyspieszenie $3g$. **Odpowiedź C.**

Dla wszystkich klas liceum i technikum przygotowaliśmy to samo zadanie, ale z różną liczbą kul. Warto przeanalizować te przykłady.

■ **24.** Jeżeli wielkość mierzona pośrednio wyraża się tylko za pomocą iloczynu lub ilorazu wielkości mierzonych bezpośrednio z ewentualnymi potęgami, niepewność względną liczy się prostym wzorem, który dla rozważanej przez nas energii kinetycznej

ma postać

$$\frac{\Delta E_k}{E_k} = \left| \frac{\Delta m}{m} \right| + 2 \left| \frac{\Delta v}{v} \right|.$$

Czynnik 2 w powyższym wzorze wynika z tego, że E_k jest proporcjonalna do kwadratu prędkości.

Podstawiając niepewności podane w treści zadania otrzymujemy **odpowiedź C.**

Drugim sposobem rozwiązania tego zadania jest przeanalizowanie, jak zmieni się energia kinetyczna, jeżeli masa zwiększy się o 1%, a prędkość o 3%. Wystarczyło więc do wzoru na E_k podstawić prędkość wynoszącą $1,03v$, a masę równą $1,01m$. Otrzymujemy

$$E_k' = \frac{1,01m \cdot (1,03v)^2}{2} = \frac{1,0715mv^2}{2} \approx 1,07 \frac{mv^2}{2} = 1,07E_k$$

Wzrost energii kinetycznej o 7% oznacza taką właśnie niepewność względną pomiaru.

■ **25.** Filtry A i D możemy od razu odrzucić – ich współczynnik transmisji w zielonej części widma jest prostokątem o małym polu powierzchni, a w czerwonej – dużym, więc taki filtr ustawiony przed źródłem światła białego przepuszcza więcej światła czerwonego niż zielonego.

Współczynnik transmisji układu dwóch jednakowych filtrów ustawionych jeden za drugim jest równy kwadratowi współczynnika transmisji jednego filtra, trzech – sześciastemu itd. W związku z tym:

- współczynnik transmisji 10 filtrów C będzie taki sam, jak pojedynczego filtra, gdyż $T = 1$, czyli filtry te będą przepuszczały światło zielone;

- 10 filtrów E będzie nadal przepuszczać światło zielone, gdyż w tej części widma $T = 1$, a w części czerwonej $T < 1$, czyli przepuszczalność dla światła czerwonego zmaleje;

- 10 filtrów B będzie przepuszczać światło czerwone, gdyż w tej części widma $T = 1$, a światło zielone będzie słabiej przepuszczane, gdyż w tej części widma $T < 1$. Można oczywiście oszacować współczynnik transmisji 10 filtrów B dla światła zielonego. Odczytując z wykresu T około 0,75, mamy $T^{10} \approx 0,06$. **Odpowiedź B.**

■ **26.** Grzbieity fal są rozciągnięte po prawej stronie kładki, a ściśnięte po lewej, co oznacza, że woda płynie w prawo. Odległość pomiędzy grzbieitami fal jest wprost proporcjonalna do sumy prędkości rozchodzenia się fali v_{fali} i prędkości wody w rzece v_w , a po lewej stronie kładki – do ich różnicy. Tak więc z proporcji

$$\frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}} + v_w}{20 \frac{\text{m}}{\text{s}} - v_w} = \frac{30 \text{ cm}}{10 \text{ cm}}$$

otrzymujemy **odpowiedź A**.

■ **27.** Zadanie okazało się być trudne. W najniższym punkcie okręgu przyspieszenie dośrodkowe jest równe $a_1 = v_1^2 / l$ (v_1 to prędkość ciężarka w tym punkcie), a w najwyższym $a_2 = v_2^2 / l$ (v_2 to prędkość ciężarka w tym punkcie). Z zasady zachowania energii mamy

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mg2l$$

$$v_1^2 = v_2^2 + 4gl,$$

a stąd otrzymujemy

$$a_2 = \frac{v_2^2}{l} = \frac{v_1^2 - 4gl}{l} = \frac{v_1^2}{l} - 4g = a_1 - 4g,$$

czyli **odpowiedź C**.

■ **28.** Należy wykonać rachunek jednostek i sprawdzić, który z podanych wzorów daje wyniki o wymiarze odległości (metr). **Odpo-**

$$\left[\sqrt{\frac{\epsilon_0 kTV}{Ne^2}} \right] = \sqrt{\frac{\frac{\text{F}}{\text{m K}} \frac{\text{J}}{\text{K}} \text{m}^3}{\text{C}^2}} = \sqrt{\frac{\text{FJm}^2}{\text{C}^2}}$$

Teraz najlepiej przypomnieć sobie wzór na energię kondensatora

$$E = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}Q \frac{Q}{C} = \frac{Q^2}{2C},$$

na podstawie którego mamy $J = \frac{C^2}{F}$ i zatem

$$\left[\sqrt{\frac{\epsilon_0 kTV}{Ne^2}} \right] = \sqrt{\text{m}^2} = \text{m}.$$

■ **29.** Zadanie trudne i wymagające sporej wyobraźni. Tylko co czwarty „lwiątkowicz” zaznaczył poprawną **odpowiedź E**. Zastanówmy się, jak poruszają się lwiątka,

jeżeli odległość d między nimi zależy od czasu tak, jak na poszczególnych wykresach.

Wykres 1.

Minimalna odległość pomiędzy lwiątkami wynosi zero, czyli lwiątka spotykają się, zatem obiegają wyspę w przeciwnie strony. Natomiast największa odległość d wynosi około $1,4 a$, prawdopodobnie dokładnie jest to długość przekątnej wyspy. Zatem lwiątka w pewnej chwili znajdują się na jej przeciwnych krańcach. Następnie poruszają się po prostopadłych bokach kwadratu, przez co ich odległość maleje liniowo z czasem, aż do chwili spotkania w jednym z wierzchołków kwadratu, po czym oddalają się od siebie.

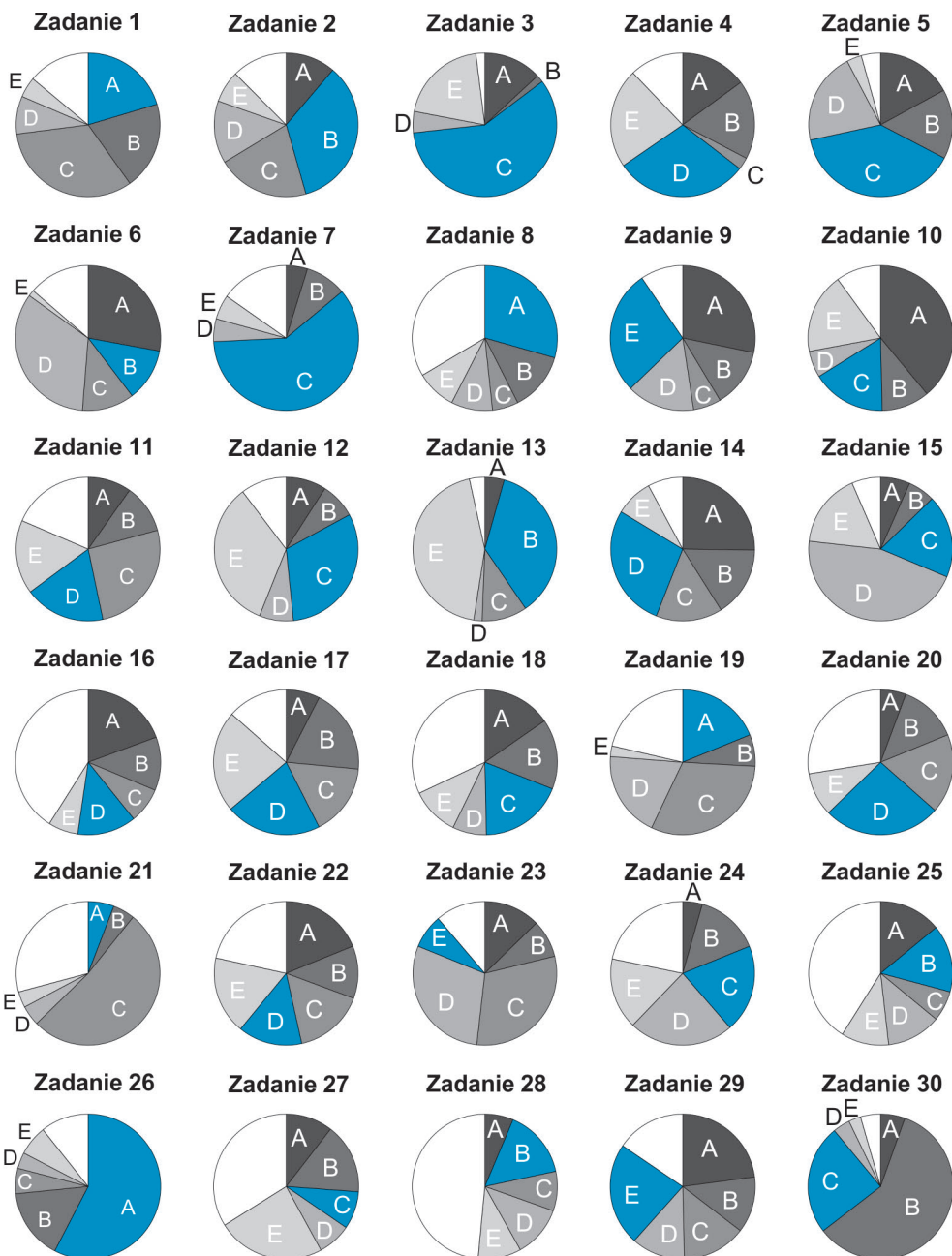
Wykres 2.

Tak, jak poprzednio, minimalna odległość pomiędzy lwiątkami wynosi zero, czyli lwiątka spotykają się, zatem obiegają wyspę w przeciwnie strony. Największa odległość d jest równa długości boku kwadratu a , więc przez pewien czas lwiątka poruszają się po dwóch równoległych bokach kwadratu, w tym samym kierunku geograficznym. Lwiątka w tej samej chwili dobiegają do końców tych boków, po czym poruszają się po jednym i tym samym brzegu wyspy, ich odległość maleje do zera. Po spotkaniu oddalają się od siebie itd.

Wykres 3.

Maksymalna odległość d jest równa długości przekątnej kwadratu, co oznacza, że w pewnej chwili lwiątka znajdują się na przeciwnych krańcach wyspy. Minimalna odległość pomiędzy lwiątkami wynosi a , czyli długość boku kwadratu. Lwiątka nigdy się nie spotykają, więc obiegają wyspę w tę samą stronę. W międzyczasie d jest kwadratową funkcją czasu t (odcinki paraboli na wykresie). Taka zależność jest możliwa.

■ **30.** Zadanie okazało się trudne, większość uczestników zaznaczyła odpowiedź B, sugerując się pewnie wynikiem prostego dzielenia czasu 90 s przez liczbę głów wynoszącą 10. Należało natomiast zauważyć, że 90 sekund czasu mamy już po odcięciu pierwszej głowy, czyli gdy do ścięcia pozostaje jeszcze 9 głów. Zatem głowy należy ścinać częściej niż co $90/9 = 10$ sekund, ale niekoniecznie częściej niż co 9 s. **Odpowiedź C.**



Klasy III i IV liceum i technikum

■ **1.** „Lwiątko” zawsze odbywa się w poniedziałek, a odstęp pomiędzy poniedziałkami zawsze jest liczbą podzielną przez 7, więc **odpowiedź A.**

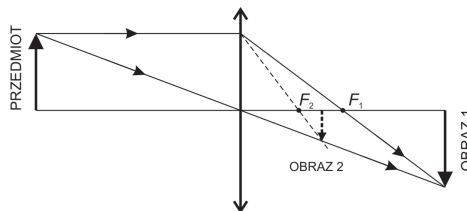
■ **2.** Zadanie z haczykiem - dosłownie i w przenośni! Tylko co ósmy uczestnik „Lwiątko” zaznaczył prawidłową **odpowiedź C.** Najbardziej „popularną” odpowiedzią była odpowiedź 200 N, czyli wartość dwa razy większa od siły, z którą za haczyk ciągnął każdy z chłopców. Gdyby rzeczywiście tak było, to haczyk byłby ciągnięty w stronę siłomierza z siłą o wartości 200 N, a w stronę chłopca z siłą o wartości 100 N. Siły te nie równoważyłyby się i haczyk poruszałby się ruchem przyspieszonym w stronę siłomierza. A rozważamy przecież stan równowagi.

■ **3.** W stanie ustalonym cały przewodnik ma ten sam potencjał elektryczny. **Odpowiedź B.**

■ **4.** Spadanie swobodne to ruch jednostajnie przyspieszony bez prędkości początkowej. W chwili, gdy od kapiącego kranu odrywa się trzecia kropla, pierwsza kropla znajduje się już w odległości od kranu równej $\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (1 \text{ s})^2 = 5 \text{ m}$, a środkowa kropla w odległości $\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (0,5 \text{ s})^2 = 1,25 \text{ m}$, czyli bliżej kropli górnej. Sytuacja ta nie zmienia się już, gdyż prędkość środkowej kropli będzie zawsze równa średniej arytmetycznej z prędkości kropli górnej i dolnej, a przyspieszenia kropel będą jednakowe. **Odpowiedź A.**

■ **5.** Sytuacja opisana w treści zadania zachodzi wtedy, gdy odległość soczewki od przedmiotu jest równa podwojonej ogniskowej f . Ostry obraz znajduje się wtedy w takiej samej odległości od soczewki. Konstrukcję obrazu przedstawiono na rysunku (linia ciągła - promień światła, F_1 - ognisko soczewki). Po zamianie na soczewkę o większej zdolności skupiającej, czyli o mniejszej ogniskowej (ognisko F_2), promienie są bardziej załamywane (linia przerywana) i obraz

powstaje bliżej soczewki, niż w pierwszym przypadku. **Odpowiedź C.**



Druga metoda rozwiązania zadania opiera się na analizie równania soczewki

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f},$$

w którym x i y to odległości odpowiednio przedmiotu i obrazu od soczewki, f - ogniskowa soczewki. W obu rozważanych przypadkach x nie ulega zmianie, a zmniejszenie ogniskowej f wiąże się ze zmniejszeniem y .

■ **6.** Na pierwszy rzut oka zadanie wymaga wiedzy o satelitach wymienionych planet. Jednak analiza proponowanych odpowiedzi pozwala szybko uznać za poprawną **odpowiedź C.** Skoro z Ziemi jest widoczne całkowite zaćmienie Słońca, to tak samo z Księżyca (i to częściej!). Pozostałe odpowiedzi nie mogą więc być prawdziwe.

■ **7.** Szyba okienna przepuszcza promieniowanie widzialne i podczerwone, ale nie przepuszcza promieniowania ultrafioletowego, które jest odpowiedzialne za opalanie. **Odpowiedź B.**

■ **8.** O tym doniosłym odkryciu było głośno. O odkrytej doświadczalnie cząstce Higgsa powinien słyszeć każdy, kto choć trochę interesuje się fizyką i marzy o zostaniu taonem, kaonem lub hiperonem ;-). Cząstka Higgsa posiada całkowity spin, jest więc bozonem. **Odpowiedź D.**

■ **9.** **Odpowiedź D.** Spośród wymienionych metali ołów ma największą masę molową, a więc podana ilość ciepła przypada na największą masę.

■ **10.** Większość „lwiątkowiczów” wybrała błędną odpowiedź A. Prąd (stały) płynie z prędkością światła w próżni. Przesyłanie informacji wymaga modulacji światła lub prądu. Światło, z racji bardzo dużej częstotliwości (rzędu 10^{15} Hz), można modulować również z większą częstotliwością, a dzięki temu przysłać dane szybciej (więcej w tym samym czasie).

■ **11.** Tu znowu był haczyk. Większość zaznaaczyła „decybele”, które są jednostką poziomu natężenia dźwięku, a nie samego natężenia dźwięku. Natężenie dźwięku jest to iloraz energii dźwięku padającego prostopadłe na daną powierzchnię w pewnym przedziale czasu do iloczynu pola powierzchni i tego przedziału czasu

$$I = \frac{E}{S \cdot \Delta t}.$$

Jednostka natężenia dźwięku ma wymiar

$$[I] = \frac{\text{J}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^3}.$$

Odpowiedź B.

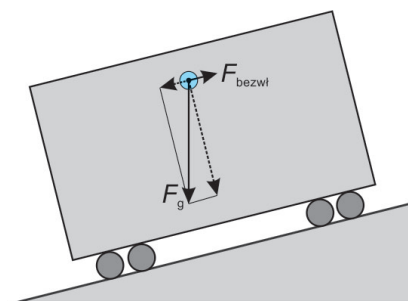
■ **12.** Plazma helowa może zawierać atomy neutralne, elektrony, jony jednokrotnie i jony dwukrotnie zjonizowane. Każdy jon jednokrotnie zjonizowany dostarcza jeden elektron, a dwukrotnie – dwa. Warunek elektrycznej neutralności plazmy jako całości oznacza, że koncentracje składników spełniają następujące równanie

$$N_e = N_1 + 2 N_2,$$

a stąd otrzymujemy **odpowiedź A.**

■ **13.** Rozważmy ruch kropli w nieinercyjnym układzie odniesienia związanym z wagonem, zjeżdżającym ze wzniesienia. Przyspieszenie wagonu wynosi $g \cdot \sin \alpha$.

Na spadające krople oprócz zwrócono pionowo w dół siły grawitacji, działa również siła bezwładności. Jest ona zwrócona wzdłuż równi, przeciwnie do przyspieszenia wagonika, czyli w górę wzniesienia, jej wartość to $mg \cdot \sin \alpha$. Kierunek ruchu kropli jest wyznaczony przez kierunek wypadkowej siły działającej na nią.



Składowa siły grawitacji równoległa do podłogi wagonu również ma wartość $mg \cdot \sin \alpha$, a więc równoważy się z siłą bezwładności. Wypadkową jest więc składowa siły grawitacji prostopadła do podłogi wagonu, skąd wynika **odpowiedź A.**

■ **14.** Udzielenie poprawnej odpowiedzi na to zadanie wymagało innego spojrzenia na podany obwód elektryczny. Zauważmy, że pomiędzy punktami P i Q znajdują się trzy połączone ze sobą równoległe gałęzie: a) żarówka 1, b) połączone szeregowo żarówki 3 i 4, c) połączone szeregowo żarówki 2 i 6.

Żarówka nr 5 nie świeci, gdyż jest wpięta pomiędzy dwoma punktami obwodu mającymi ten sam potencjał elektryczny. „Wypinamy” więc tę żarówkę z obwodu, co nie zmienia rozpyływu prądu w analizowanym obwodzie. Gałęzie b) i c) są jednakowe i połączone równoległe, więc wszystkie znajdujące się w nich żarówki świecą jednakowo.

Odpowiedź C.

■ **15.** Skoro kondensator po naładowaniu został odłączony od źródła napięcia, to ładunek zgromadzony na jego okładkach nie ulega zmianie. Pojemność kondensatora płaskiego jest odwrotnie proporcjonalna do odległości d pomiędzy jego okładkami, a więc zmiana tej odległości powoduje proporcjonalną zmianę napięcia, gdyż ze wzoru $C = Q/U$ mamy $U = Q/C$. Natężenie pola elektrycznego pomiędzy okładkami kondensatora nie ulega zmianie, gdyż $E = U/d$, a jak już zauważyliśmy, U jest w tym przypadku proporcjonalne do d . **Odpowiedź D.**

■ **16.** W zwojnicy indukuje się siła elektromotoryczna (SEM), a jeśli obwód jest zamknięty, to również prąd indukcyjny, gdy zmianie ulega strumień pola magnetycznego przenikającego zwojnicę. Ma to miejsce podczas wpadania do zwojnicy oraz wypadania z niej końców magnesu. Wartość SEM indukującej się w zwojnicy jest równa szybkości zmiany strumienia pola magnetycznego, $\varepsilon = -\Delta\Phi/\Delta t$. (znak „-” określający zwrot SEM, nie ma w tym przypadku znaczenia). SEM będzie tym większa, im z większą prędkością porusza się magnes. Magnes spadając – przyspiesza, więc **odpowiedź C**.

■ **17.** Przywołajmy warunek równowagi dźwigni dwustronnej. Po obu stronach dźwigni iloczyn wartości działającej siły i odległości jej punktu przyłożenia od osi dźwigni powinien być taki sam. Ta odległość to tzw. ramię siły. Sytuację komplikuje fakt, że listwa jest zawieszona niesymetrycznie i w warunku równowagi należy uwzględnić dodatkowe obciążenie pochodzące od 3 skrajnych prawych kawałków listwy, każdy o masie $2 \text{ kg}/10 = 0,2 \text{ kg}$. Przyjmując odległość pomiędzy dziurkami za jednostkę odległości i skracając równanie przez g , otrzymujemy równanie na odległość x (licząc w prawo od punktu zawieszenia listwy) miejsca podwieszenia ciężarka

$1 \cdot x + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 6 = 1 \cdot 3$, skąd $x = 0$, czyli albo ciężarka nie zawieszamy wcale, albo podwieszamy do **dziurki D**. Oczywiście powyższe rozumowanie jest zgodne z bardziej formalnym użyciem pojęcia momentu siły.

■ **18.** Pionowy masz anteny nadawczej wysyła fale elektromagnetyczne, których pole magnetyczne jest skierowane poziomo, prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali, a pole elektryczne pionowo, równoległe do masztu. Odbioru takiej fali można dokonać za pomocą odbiornika wyposażonego w antenę w postaci: 1) prostoliniowego przewodnika, ustawionego równoległe do masztu; prąd w antenie jest wzbudzany za pomocą pola elektrycznego,

2) zwojnicy, w której prąd będzie indukowany przez zmienne pole magnetyczne; zwojnica powinna być ustawiona wzdłuż pola magnetycznego. **Odpowiedź C**.

■ **19.** Prawo Archimedesesa głosi, że wartość siły wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy. Ponadto, zgodnie z III zasadą dynamiki, skoro woda działa na kulkę siłą wyporu, to i kulka działa na wodę siłą reakcji, równą co do wartości sile wyporu. Siła ta jest zatem równa ciężarowi wylanej wody, czyli wskazanie wagi się nie zmienia, **odpowiedź D**.

■ **20.** Należało obliczyć maksymalne wartości siły tarcia statycznego klocków o podłogę: $T_{1,\max} = \mu_1 m_1 g = 0,5 \cdot 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 5 \text{ N}$, $T_{2,\max} = \mu_2 m_2 g = 0,2 \cdot 4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 8 \text{ N}$. Wartość siły sprężystości jest więc ograniczona od góry przez 5 N, aby klocek 1 mógł pozostać w równowadze. **Odpowiedź D**.

■ **21.** Zadanie okazało się być trudne – tylko co szósty uczestnik konkursu wskazał poprawną odpowiedź.

Siły są rozciągające w obie strony – to jest klasyczne zadanie o pływach! Dokładniej: W układzie związanym z Ziemią (nieobracającym się z nią) prędkość kątowna obu urządzeń jest taka sama jak satelity, więc przyspieszenie dośrodkowe urządzenia bliższego Ziemi jest mniejsze niż satelity, podczas gdy natężenie pola grawitacyjnego jest w tym miejscu wyższe niż w środku satelity. Wspornik działa więc na urządzenie siłą skierowaną w stronę statku, równoważącą część grawitacji, a urządzenie na wspornik – siłą przeciwnie skierowaną, więc rozciągającą. Przyspieszenie dośrodkowe urządzenia dalszego jest większe niż satelity, a natężenie pola grawitacyjnego jest tam niższe, więc wspornik ciągnie urządzenie w stronę satelity, zatem urządzenie odciąga wspornik od satelity. **Odpowiedź A**.

■ **22.** Zadanie z pozoru wydaje się trudne, wręcz niewykonalne bez znajomości energii rozpadu lub energii wiązania jąder biorących udział w rozpadzie. Skoro nie znamy energii, to jedynym wyjściem jest skorzystać z innej fundamentalnej zasady – zasady zachowania pędu. Przesłanką ku temu była informacja, że jądro uranu przed rozpadem było w spoczynku. Wyraźmy najpierw energię kinetyczną przez pęd cząstki

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m},$$

skąd otrzymujemy pęd $p = \sqrt{2mE_k}$.

Z zasady zachowania pędu wynika, że pęd jądra helu i pęd jądra toru mają te same wartości, zatem

$$\sqrt{2m_1E_{k1}} = \sqrt{2m_2E_{k2}}$$

$$m_1E_{k1} = m_2E_{k2}$$

$$\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{m_1}{m_2}.$$

Z powyższej proporcji wynika **odpowiedź B**.

■ **23.** Zadanie okazało się być bardzo trudne. Tylko 9% uczestników udzieliło poprawnej odpowiedzi. Dużo osób uznało, że wszystkie kulki zaczną spadać z przyspieszeniem ziemskim. A co z siłami sprężystości?

Numerujemy kulki od dołu. Pierwsza kulka (ta na samym dole) początkowo jest w równowadze, bo jej ciężar jest równoważony przez siłę, którą działa na nią dolna sprężyna. Zatem siła sprężystości dolnej sprężyny wynosi mg (m - masa kulki).

Druga kulka przed puszczeniem również jest w spoczynku, co oznacza, że górna sprężyna działa na nią siłą o wartości $2mg$ (ciężar środkowej kulki plus siła naciągu dolnej sprężyny).

Analogicznie postępujemy dla trzeciej kulki – sprężyna, do której jest ona zamocowana jest naciągnięta z siłą o wartości $3mg$.

W momencie puszczenia górnej kulki, wydłużenia sprężyn nie zmieni się natychmiast, skokowo – można przyjąć, że wynoszą tyle, ile przed puszczeniem. A zatem siły sprężystości nie zmieniają się. Zatem siły działające na trzy dolne kulki nadal się równoważą. Kulki początkowo pozostaną w spoczynku. Ich przyspieszenia w tej chwili wynoszą zero.

Natomiast na górną kulkę działają w dół dwie siły: jej ciężaru oraz sprężystości sprężyny o wartości $3mg$, łącznie $4mg$. Po puszczeniu kulki ta siła nadaje kulce przyspieszenie $4g$. **Odpowiedź C.**

■ **24.** Zgodnie z prawem rozkładu promieniotwórczego, pozostała ilość izotopu promieniotwórczego zależy wykładniczo od czasu. Skoro po 3 godzinach pozostała $1/3$ początkowej ilości, to po każdych kolejnych 3 godzinach ilość izotopu maleje 3 razy i tak: po 6 godzinach (licząc od chwili początkowej) zostanie go $(1/3)^2 = 1/9$, po 9 godzinach $(1/3)^3 = 1/27$, po 12 godzinach $(1/3)^4 = 1/81$, po 15 godzinach $(1/3)^5 = 1/243$. Czyli **odpowiedź C**.

■ **25.** W szkole uczy się o pełnej pętli, a tutaj mamy do czynienia z jej dwoma częściami, o danych kątach rozwarcia. Prosta analiza powstawania pola magnetycznego pozwala dojść do wniosku, że wartość indukcji pola magnetycznego B jest wprost proporcjonalna do tego właśnie kąta (pół pętli wytworzy pole magnetyczne o indukcji dwa razy mniejsze niż cała pętla, itd.).

B w środku kołowej pętli z prądem jest też wprost proporcjonalna do natężenia prądu płynącego przez pętlę. A to z kolei, z racji różnej długości przewodu, jest odwrotnie proporcjonalne do kąta rozwarcia pętli.

Reasumując, oba łuki pętli wytwarzają pole magnetyczne o tej samej wartości indukcji, ale przeciwnie zwrócone, więc wypadkowa indukcja pola jest równa zero i to niezależnie od kąta α . **Odpowiedź E.**

■ **26.** Przetawiony na wykresie cykl przemian ma kształt koła, a właściwie elipsy, gdyż oś pionowa i oś pozioma mają różne wymiary. Miarą pracy „netto” wykonanej przez silnik w jednym cyklu jest pole powierzchni figury ograniczonej wykresem cyklu w układzie współrzędnych $p(V)$. Należy więc skorzystać ze wzoru na pole elipsy πab , gdzie a i b to długości półosi.

$$W = \pi \cdot 4 \text{ dm}^3 \cdot 200 \text{ kPa} = \pi \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 8\pi \cdot 10^2 \text{ J}.$$

Odpowiedź D.

■ **27.** Z powodu istnienia oporu aerodynamicznego energia wahadła maleje, co objawia się malejącą amplitudą drgań. Ponadto, znany z lekcji fizyki wzór na okres drgań wahadła obowiązuje tylko dla tzw. małych drgań, czyli drgań o amplitudzie nieprzekraczającej kilka stopni. Przy większych amplitudach drgań wahadła okresu drgań nie da się wyrazić prostym wzorem, ale można prosto wytłumaczyć, że okres rośnie wraz ze wzrostem amplitudy. Otóż, w prostym ruchu harmonicznym, siła sprężystości jest wprost proporcjonalna do wychylenia ciała z położenia równowagi. Natomiast w przypadku wahadła, siła „zawracająca” jest wprost proporcjonalna do sinusa kąta odchylenia wahadła, który rośnie z amplitudą słabiej, niż funkcja liniowa. A zatem, siła „zawracająca” wahadło jest mniejsza od siły „zawracającej” oscylator harmoniczny, przez co ciało porusza się z mniejszym przyspieszeniem, co z kolei powoduje wydłużenie czasu ruchu. **Odpowiedź A.**

■ **28.** Zadanie okazało się być trudne. W najniższym punkcie okręgu przyspieszenie dośrodkowe jest równe $a_1 = v_1^2 / l$ (v_1 to prędkość ciężarka w tym punkcie), a w najwyższym $a_2 = v_2^2 / l$ (v_2 to prędkość ciężarka w tym punkcie). Z zasady zachowania energii mamy

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mg2l$$

$$v_1^2 = v_2^2 + 4gl,$$

a stąd otrzymujemy

$$a_2 = \frac{v_2^2}{l} = \frac{v_1^2 - 4gl}{l} = \frac{v_1^2}{l} - 4g = a_1 - 4g,$$

czyli $a_2 = 5 \text{ m/s}^2$. Jednak oznaczałoby to, że na ciężarek działa siła mniejsza od siły ciężkości, co w górnym położeniu okręgu jest niemożliwe, **odpowiedź E.**

■ **29.** Zadanie trudne i wymagające sporego wyobraźni. Tylko co czwarty „lwiątkowicz” zaznaczył poprawną **odpowiedź E.** Zastanówmy się, jak poruszają się lwiątko, jeżeli odległość d między nimi zależy od czasu tak, jak na poszczególnych wykresach.

Wykres 1.

Minimalna odległość pomiędzy lwiątkami wynosi zero, czyli lwiątko spotykają się, zatem obiegają wyspę w przeciwnie strony. Natomiast największa odległość d wynosi około $1,4 a$, prawdopodobnie dokładnie jest to długość przekątnej wyspy. Zatem lwiątko w pewnej chwili znajdują się na jej przeciwnych krańcach. Następnie poruszają się po prostopadłych bokach kwadratu, przez co ich odległość maleje liniowo z czasem, aż do chwili spotkania w jednym z wierzchołków kwadratu, po czym oddalają się od siebie.

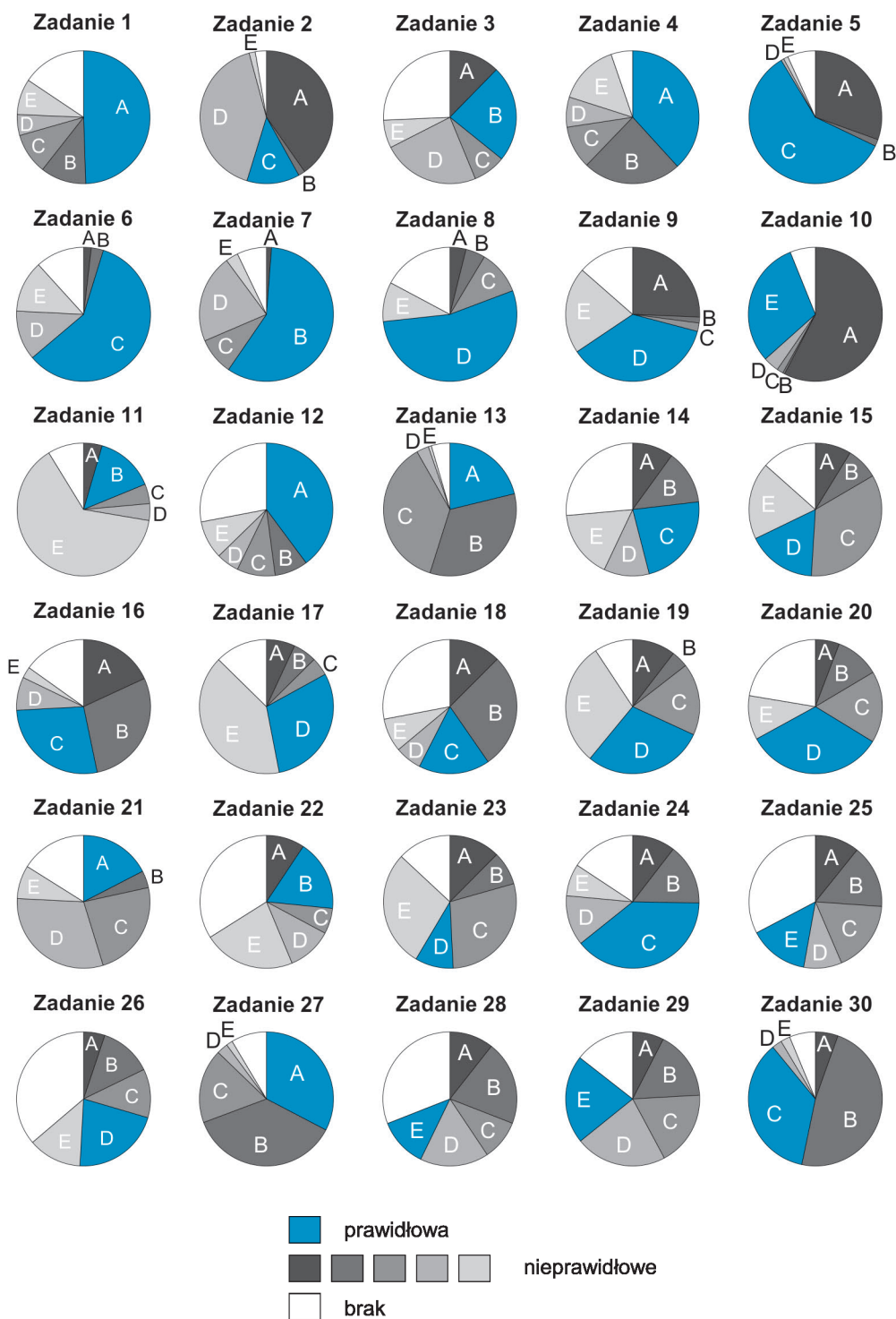
Wykres 2.

Tak, jak poprzednio, minimalna odległość pomiędzy lwiątkami wynosi zero, czyli lwiątko spotykają się, zatem obiegają wyspę w przeciwnie strony. Największa odległość d jest równa długości boku kwadratu a , więc przez pewien czas lwiątko poruszają się po dwóch równoległych bokach kwadratu, w tym samym kierunku geograficznym. Lwiątko w tej samej chwili dobiegają do końców tych boków, po czym poruszają się po jednym i tym samym brzegu wyspy, ich odległość maleje do zera. Po spotkaniu oddalają się od siebie itd.

Wykres 3.

Maksymalna odległość d jest równa długości przekątnej kwadratu, co oznacza, że w pewnej chwili lwiątko znajdują się na przeciwnych krańcach wyspy. Minimalna odległość pomiędzy lwiątkami wynosi a , czyli długość boku kwadratu. Lwiątko nigdy się nie spotykają, więc obiegają wyspę w tę samą stronę. W międzyczasie d jest kwadratową funkcją czasu t (odcinki paraboli na wykresie). Taka zależność jest możliwa.

■ **30.** Zadanie okazało się trudne, większość uczestników zaznaczyła odpowiedź B, sugerując się pewnie wynikiem prostego dzielenia czasu 110 s przez liczbę głów wynoszącą 11. Należało natomiast zauważyć, że 110 sekund czasu mamy już po odcięciu pierwszej głowy, czyli gdy do ścięcia pozostaje jeszcze 10 głów. Zatem głowy należy ścinać częściej niż co $110/10 = 11$ sekund, ale niekoniecznie częściej niż co 10 s. **Odpowiedź C.**



Lwiątko 2013 - sprawozdanie

Statystyka

Konkurs nadal cieszy się popularnością. W obecnej edycji konkursu wzięło udział prawie 17000 uczestników z prawie 1500 szkół. Tradycyjnie w konkursie wzięły udział szkoły we Lwowie oraz w czeskim Cieszynie. Rekordowo z jednej szkoły zgłoszono 136 uczniów, z pięćdziesięciu szkół po jednym. Średnia liczba uczestników z jednej szkoły wyniosła 14 a mediana 10. Około 47% 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	52,8	62,6	48,3	41,5	47,3
Mediana	51,00	61,25	46,25	38,50	44,25

Jak widać, zadania we wszystkich kategoriach, a w szczególności w gimnazjum, były łatwiejsze niż w poprzednich edycjach. Dzięki temu średni wynik wszystkich uczestników Lwiątko 2013 był dosyć wysoki, wyniósł 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.) Tak więc tym razem autorom zadań chyba udało się utrafić w możliwości większości uczestników. Przełożyło się to też na bardzo dużą liczbę nagród. Zwycięzcy otrzymali dyplomy oraz nagrody książkowe – między innymi książki popularnonaukowe i albumy. Mamy nadzieję, że nauczyciele również to docenili i wynagrodzili wysokimi ocenami z fizyki. Wszyscy nauczyciele, którzy zorganizowali konkurs w swojej szkole otrzymali pisemne podziękowania, nauczyciele przygotowujący zwycięzców do konkursu – gratulacje (będzie się czym pochwalić robiąc awans zawodowy).

Z drugiej strony mamy nadzieję, że zadania były ciekawe i nietrywialne, a że są trudne - to właśnie zmusza do wysiłku umysłowego.

Przypominamy, że „Lwiątko” posiada swój profil na Facebooku, a na stronie internetowej Lwiątko funkcjonuje „Księga gości” – nasze forum internetowe, na którym odbywają się ożywione dyskusje dotyczące zadań konkursowych. Cieszy nas fakt, że odpowiedzi na takie pytania często udzielają inni uczestnicy konkursu skrupulatnie wyjaśniając wszelakie niuanse i „haczyki” ukryte w treści zadań. Zapraszamy do odwiedzenia forum i udziału w dyskusji.

A oto najlepsze rezultaty:

Klasa 1-2 gimnazjum

1. **Dawid Walas**, Publiczne Gimnazjum im. Jana Pawła II, Rytwiany, **140,00 pkt.**
2. **Krzysztof Wilczek**, Zespół Szkół Sióstr Nazaretanek, Kielce, **135,00 pkt.**
3. **Jan Równicki**, Akademicki Zespół Szkół Ogólnokształcących, Chorzów, **129,00 pkt.**
4. **Piotr Wójcik**, Gimnazjum nr 1 im. Janusza Kusocińskiego, Ostrołęka, **125,75 pkt.**
- 5-6. **Karolina Dycha**, Gimnazjum im. Łączniczek Armii Krajowej, Józefów, **125,00 pkt.**
- 5-6. **Katarzyna Miernikiewicz**, Gimnazjum nr 1 im. H.D. Steinhausa, Wrocław, **125,00 pkt.**
7. **Mateusz Sieniawski**, ZSO nr 1 Gimnazjum nr 2, Olsztyn, **123,75 pkt.**
- 8-9. **Krzysztof Kacprzyk**, 58 Gimnazjum im. Władysława IV, Warszawa, **120,00 pkt.**
- 8-9. **Bartosz Piątkowski**, Społeczne Gimnazjum im. Polskich Noblistów, Kwidzyn, **120,00 pkt.**
- 10-11. **Adrian Koźluk**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7, Szczecin, **118,75 pkt.**
- 10-11. **Jan Murawski**, I LO i Publiczne Gimnazjum nr 6, Łomża, **118,75 pkt.**

Klasa 3 gimnazjum

1. **Piotr Kubala**, Gimnazjum Nr 2 im. Mikołaja Kopernika, Tarnów, **137,25 pkt.**
2. **Adam Kucz**, II Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. A. Frycza Modrzewskiego, Rybnik, **127,50 pkt.**
3. **Seweryn Panek**, Gimnazjum nr 16 im. Stefana Banacha, Bielsko-Biała, **125,75 pkt.**
4. **Michał Pestka**, III Liceum Ogólnokształcące, Gdynia, **125,00 pkt.**
- 5-8. **Tomasz Dybowski**, Gimnazjum nr 1 im. Józefa Wybickiego, Łębork, **122,50 pkt.**
- 5-8. **Krzysztof Kodrzycki**, Gimnazjum nr 1 im. Józefa Wybickiego, Łębork, **122,50 pkt.**
- 5-8. **Stanisław Tomaszczyk**, Gimnazjum nr 1 im. Józefa Wybickiego, Łębork, **122,50 pkt.**
- 5-8. **Marcin Sidorowicz**, Zespół Szkół nr 14, Wrocław, **122,50 pkt.**
9. **Karol Bąk**, Zespół Szkół Ogólnokształcących im. O. Balzera, Zakopane, **121,00 pkt.**
10. **Wojciech Klemens**, Liceum i Gimnazjum Towarzystwa Szkolnego im. M. Reja, Bielsko-Biała, **119,50 pkt.**

Klasa I liceum i technikum

1. **Maciej Kucharski**, Zespół Szkół nr 14, Wrocław, **141,25 pkt.**
2. **Michał Dauenhauer**, Publiczne Liceum Ogólnokształcące Politechniki Łódzkiej, Łódź, **125,00 pkt.**
3. **Bartosz Ekiert**, Gdańskie Szkoły Autonomiczne, Gdańsk, **122,50 pkt.**
4. **Bartosz Sojka**, Liceum Ogólnokształcące nr 3, Wrocław, **120,00 pkt.**
- 5-6. **Piotr Gajdzica**, II Liceum Ogólnokształcące im. M. Kopernika, Cieszyn, **117,50 pkt.**
- 5-6. **Michał Kopyt**, II Liceum Ogólnokształcące im. prof. K. Morawskiego, Przemyśl, **117,50 pkt.**
7. **Grzegorz Kotysz**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 10, Gliwice, **115,00 pkt.**
8. **Jarosław Macnar**, Zespół Szkół Drogowo-Geodezyjnych i Licealnych im. A. Witkowskiego, Jarosław, **113,50 pkt.**
9. **Martyna Siejba**, Zespół Szkół nr 14, Wrocław, **112,50 pkt.**
10. **Piotr Kozimor**, I Liceum Ogólnokształcące im. KEN, Sanok, **112,00 pkt.**

Klasa II liceum i technikum

1. **Karol Przydatek**, Liceum Ogólnokształcące nr III, Ostrowiec Świętokrzyski, **140,00 pkt.**
- 2-3. **Bartosz Szafraniec**, Liceum Ogólnokształcące nr III, Ostrowiec Świętokrzyski, **135,00 pkt.**
- 2-3. **Przemysław Szafraniec**, Liceum Ogólnokształcące nr III, Ostrowiec Świętokrzyski, **135,00 pkt.**
4. **Grzegorz Adamski**, ZS nr 1 - Gimnazjum i Liceum im. ks. Skargi, Szamotuły, **131,25 pkt.**
5. **Paweł Zalecki**, V Liceum Ogólnokształcące, Kraków, **125,00 pkt.**
- 6-8. **Adam Krasuski**, II Liceum Ogólnokształcące, Poznań, **123,75 pkt.**
- 6-8. **Mateusz Michalewski**, Prywatne Gimnazjum i Liceum im. Królowej Jadwigi, Lublin, **123,75 pkt.**
- 6-8. **Konrad Wilczyński**, Zespół Szkół nr 61 im. T. Reytana, Warszawa, **123,75 pkt.**
9. **Miłosz Mazurkiewicz-Dubieński**, I Liceum Ogólnokształcące im. M. Skłodowskiej-Curie, Złotów, **118,75 pkt.**
10. **Mateusz Warowny**, I Liceum Ogólnokształcące im. St. Staszica, Lublin, **117,00 pkt.**

Klasa III liceum i technikum

1. **Kacper Oreszczuk**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 6 im. J. Kochanowskiego, Radom, **138,75 pkt.**
2. **Michał Sulek**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7, Szczecin, **123,75 pkt.**
- 3-4. **Katarzyna Kosowska**, LO im. Armii Krajowej, Białobrzegi, **123,50 pkt.**
- 3-4. **Tomasz Tokarski**, I Liceum Ogólnokształcące im. J. Smolenia, Bytom, **123,50 pkt.**
5. **Mateusz Zieliński**, ZS UMK Gimnazjum i Liceum Akademickie, Toruń, **121,25 pkt.**
6. **Grzegorz Rajchel**, V Liceum Ogólnokształcące, Kraków, **117,50 pkt.**
- 7-8. **Marcin Bąk**, Zespół Szkół Społecznych nr 1, Tarnobrzeg, **116,25 pkt.**
- 7-8. **Wojciech Pachuta**, Zespół Szkół Społecznych nr 1, Tarnobrzeg, **116,25 pkt.**
9. **Piotr Jabłoński**, I Liceum Ogólnokształcące im. W. Orkana, Limanowa, **113,75 pkt.**
10. **Robert Ferens**, II Liceum Ogólnokształcące z OD im. A. Frycza Modrzewskiego, Rybnik, **111,25 pkt.**

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.

Jak zwykle można zauważyć, że niektórzy uczniowie „dorastają” razem z Lwiątkiem – biorą w nim udział co roku przechodząc przez wszystkie kategorie.

Wszystkim uczestnikom oraz ich nauczycielom gratulujemy uzyskanych rezultatów i zapraszamy do wzięcia udziału w kolejnej edycji Konkursu Lwiątko.

Organizatorzy

Spis treści

Lwiątko 2013 - zadania

Klasy 1-2 gimnazjum	3
Klasy 3 gimnazjum	7
Klasy I liceum i technikum	11
Klasy II liceum i technikum	15
Klasy III i IV liceum i technikum	19

Lwiątko 2013 - rozwiązania i odpowiedzi

Klasy 1-2 gimnazjum	24
Klasy 3 gimnazjum	28
Klasy I liceum i technikum	32
Klasy II liceum i technikum	37
Klasy III i IV liceum i technikum . . .	43

Broszurkę wyprodukowano na potrzeby
Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”
Egzemplarz bezpłatny
Zadania i rozwiązania opracowali:
Piotr Goldstein, Adam Smólski, Dagmara Sokołowska, Witold Zawadzki
Zestawy zadań są chronione prawem autorskim
© Copyright Stowarzyszenie Absolwentów i Przyjaciół V LO Kraków
Skład i łamanie *Witold Zawadzki*
Druk *Drukarnia Kolumb* Siemianowice Śląskie
Nakład 2000 egz.