

**Polsko-Ukraiński
Konkurs Fizyczny**

Lwiątko 2010

Zadania z rozwiązaniami



Kraków 2010

Lwiątko ze Lwowa

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

Niniejsza broszura prezentuje zadania z roku 2010 i ich rozwiązania.

Konkurs w 2011 roku odbędzie się 28 marca. Z przyjemnością informujemy, że Patronat Honorowy nad tą edycją Konkursu objęli: Marszałek Województwa Małopolskiego oraz Małopolski Kurator Oświaty. Tym samym wyróżniono organizowane przez nas przedsięwzięcie jako skuteczną motywację uczniów do zdobywania wiedzy, a także jako sposób uzupełniania programu zajęć szkolnych.

Wszelkie szczegółowe informacje znajdują się na stronie internetowej konkursu www.lwiatko.org.

Zapraszamy!

Organizatorzy

Klasy 1–2 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

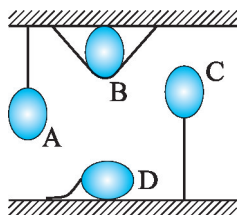
■ 1. Lwiątko i kangur, zobaczywszy siebie nawzajem w odległości 100 m, pobiegły naprzeciw siebie z prędkościami odpowiednio 2 m/s i 8 m/s. Bieg lwiątko do miejsca spotkania, w porównaniu z biegiem kangura, trwał

- A. 4 razy dłużej.
- B. 2 razy dłużej.
- C. tak samo długo.
- D. 2 razy krócej.
- E. 4 razy krócej.

■ 2. Co jest przyczyną unoszenia się soku, gdy wciągamy go do ust przez rurkę do napojów?

- A. Siła ciągu.
- B. Siła wyporu.
- C. Siła nośna.
- D. Siła parcia powietrza na powierzchnię płynu.
- E. Siła przyzwyczajania.

■ 3. Na nitkach uwiązano cztery baloniki, jak pokazuje rysunek. Jeden z nich jest wypełniony heliem, a pozostałe powietrzem o temperaturze otoczenia. W którym jest hel?



E. Nie da się ustalić.

■ 4. Samolot naddźwiękowy to taki, który lata

- A. wyżej niż poruszający się w powietrzu dźwięk,
- B. szybciej niż poruszający się w powietrzu dźwięk,
- C. płynąc jak statek na falach dźwiękowych,
- D. dzięki odrzucaniu wytwarzanych dźwięków,
- E. wytwarzając ultradźwięki, a nie dźwięki, jak zwykły samolot.

■ 5. Podczas burzy wcześniej widać błysk niż słyszeć grzmot. Jest to spowodowane tym, że

- A. błysk powstaje wcześniej, a dźwięk później,
- B. światło biegnie prosto, a dźwięk na wszystkie strony,
- C. prędkość światła jest mniejsza od prędkości dźwięku,
- D. dźwięk biegnie wolniej, a światło szybciej,
- E. oko szybciej reaguje na bodźce niż ucho.

■ 6. Drugą po Słońcu gwiazdą, od której najwięcej światła pada na Ziemię, jest

- A. Księżyc,
- B. Wenus,
- C. Gwiazda Polarna,
- D. Syriusz,
- E. Wielka Niedźwiedzica.

■ 7. W naczyniu z osoloną ciepłą wodą pływa świeże jajko. Aby zatoniło, wystarczy

- A. wodę posłodzić,
- B. do wody dodać więcej soli,
- C. wodę ochłodzić do 4 °C,
- D. zwiększyć ciśnienie ponad powierzchnią wody,
- E. dolać, nie załując, wody destylowanej.

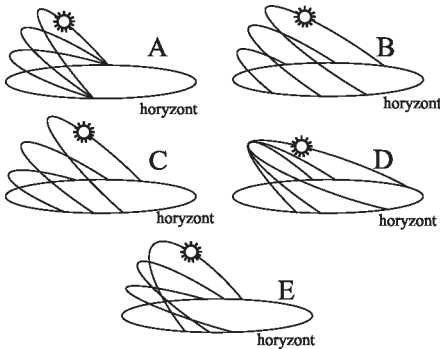
■ 8. Amerykańskie promy kosmiczne latają

- A. na Księżyc,
- B. na orbitę wokółziemską,
- C. na inne planety,
- D. na Słońce i z powrotem,
- E. poza Układ Słoneczny.

■ 9. Lotniska budowane są tak, aby pasy do startu i lądowania miały kierunek najczęściej wiejących w danym rejonie wiatrów. Czyni się tak po to, by samoloty

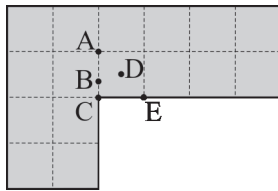
- A. startowały i lądowały pod wiatr,
- B. startowały i lądowały z wiatrem,
- C. startowały pod wiatr, a lądowały z wiatrem,
- D. startowały z wiatrem, a lądowały pod wiatr.
- E. Kierunek wiatru nie ma znaczenia dla startu i lądowania samolotów.

■ 10. Który rysunek pokazuje tory pozornego dobowego ruchu Słońca w różnych porach roku, dla obserwatora w Polsce?



Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Który punkt jest środkiem ciężkości jednorodnej płytki, pokazanej na rysunku?



■ 12. Gęstość wody to 1000 kg/m^3 , gęstość lodu to 900 kg/m^3 . Gdy woda w kałuży zamarza, jej objętość rośnie

- A. o 10%,
- B. 0,9 razy,
- C. o $10/9$,
- D. $10/9$ razy,
- E. o $10/9$ razy.

■ 13. W Idy Marcowe (15 marca) roku 44 p.n.e. zamordowano Juliusza Cezara. W marcu 2010 r. mija od tego wydarzenia

- A. 1966 lat,
- B. 2053 lata,
- C. 2054 lata,
- D. 2055 lat,
- E. 2066 lat.

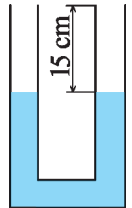
■ 14. Tzw. prawo Hubble'a stwierdza, że prędkość ucieczki v odległych galaktyk jest proporcjonalna do ich odległości R od Zie-

mi: $v = H \cdot R$, gdzie H to tzw. stała Hubble'a. Do wyrażania odległości w kosmosie używa się takich jednostek jak lata świetne (symbol ly), parseki (pc, także kpc i Mpc), jednostki astronomiczne (AU) – wszystkie one dają się oczywiście przeliczyć na kilometry. Stała Hubble'a H nie mogłaby być wyrażona w

- A. $\frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$
- B. $\frac{1}{\text{AU}}$,
- C. $\frac{\text{km}}{\text{h} \cdot \text{ly}}$,
- D. $\frac{1}{\text{rok}}$,
- E. $\frac{1}{\text{s}}$.

■ 15. W U-kształtnej rurce o polu przekroju 10 cm^2 znajduje się woda, jak pokazuje rysunek. Ile maksymalnie wody można wlać do jednego z ramion, aby się z niego nie wylała?

- A. 150 cm^3 ,
- B. 200 cm^3 ,
- C. 250 cm^3 ,
- D. 300 cm^3 ,
- E. 350 cm^3 .



■ 16. Samolot z miejscowości X do miejscowości Y startuje o 8 rano (czasu lokalnego) i przy bezwietrznej pogodzie dolatuje na miejsce tego samego dnia o 10 rano (czasu lokalnego). Samolot z powrotem startuje o 12 w południe i dolatuje tegoż dnia o 18. Stąd wniosek, że w każdej chwili zegary w miejscowości X wskazują godzinę

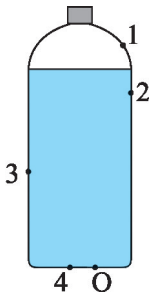
- A. o 4 godziny wcześniejszą niż zegary w Y,
- B. o 4 godziny późniejszą niż zegary w Y,
- C. o 2 godziny wcześniejszą niż zegary w Y,
- D. o 2 godziny późniejszą niż zegary w Y.
- E. Taki rozkład lotów nie jest możliwy.

■ 17. Zjadając równomiernie loda w kształcie prostopadłościanu, Swawolny Dyzio zauważył, że w 7 minut wszystkie rozmiary lodu zmalały dwukrotnie. Jak długo jeszcze przyjdzie Dyziowi delektować się tym przysmakiem?

- A. 30 sekund.
- B. 1 minutę.
- C. 2 minuty.
- D. 3 i pół minuty.
- E. 7 minut.

■ **18.** Plastikową butelkę napełniono nie do końca wodą, zakręcono (rysunek) i powieszono za zakrętkę w pozycji pionowej nad zlewem. Gdy w płaskim dnie butelki zrobiono igłą otwór O, trochę wody wyciekło, po czym przestała ona płynąć. Aby cała woda wyciekła z butelki, wystarczy dodatkowo przedziurawić ją igłą w punkcie

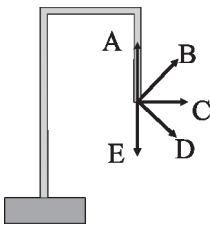
- A. 1 lub 2 lub 3 lub 4,
 B. 1 lub 2 lub 3, ale nie 4,
 C. 1 lub 2, ale nie 3 i nie 4,
 D. 1, ale nie 2, nie 3 i nie 4.
 E. Żaden z otworów 1–4 nie zapewni opróżnienia butelki.



■ **19.** Fazy Księżyca to kolejno now, pierwsza kwadra, pełnia, ostatnia kwadra. Gdy Księżyc jest w pierwszej kwadrze, mieszkańcy Ziemi widzą jego

- A. prawą połowę,
 B. lewą połowę,
 C. górną połowę,
 D. dolną połowę.
 E. Inna odpowiedź.

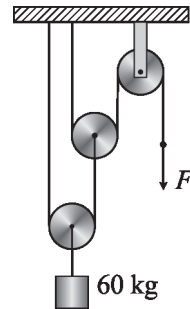
■ **20.** Wygięty i zamocowany jednym końcem drut równomiernie podgrzano (rysunek). W którą stronę przesunie się jego drugi koniec?



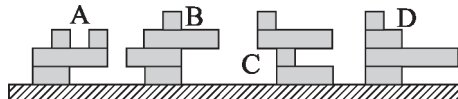
Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Jakiej siły F trzeba użyć, aby utrzymać ładunek? Bloki i liny są nieważkie. Przyjmij $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. 600 N. B. 300 N.
 C. 200 N. D. 150 N.
 E. 120 N.



■ **22.** Która wieża z klocków przewróci się? Klocki różnią się tylko długością.

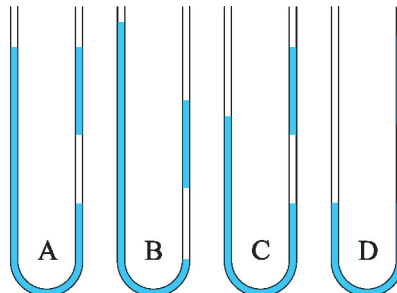


- E. Żadna.

■ **23.** Prędkość ciała, rzuconego pionowo na pewnej planecie, w ciągu 10 sekund zmieniła wartość z 5 m/s na 30 m/s . Wynika stąd, że wartość przyspieszenia grawitacyjnego na tej planecie wynosiła

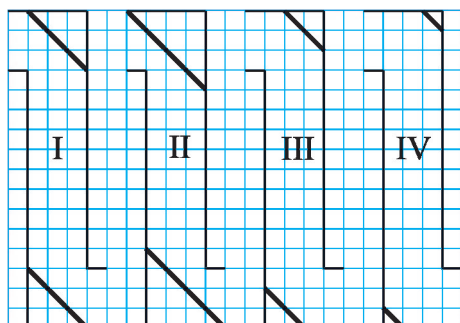
- A. $3,5 \text{ m/s}^2$, B. 3 m/s^2 , C. $2,5 \text{ m/s}^2$,
 D. $0,5 \text{ m/s}^2$. E. Inna odpowiedź.

■ **24.** W rurce pokazanej na rysunku jest woda i bąbel powietrza. Który rysunek pokazuje możliwe położenie poziomów wody, po ustaniu ich wahań? Zjawiska włoskowości nie należy brać pod uwagę.



- E. Żadne z pokazanych położenia nie jest możliwe.

■ 25. Oto peryskopy. Linie ukośne to płaskie zwierciadła. Schematy wiernie odwzorowują kąty i proporcje. Przez które peryskopy na pewno NIE DA się dostrzec odległej latarni? Peryskopy można przechylać.



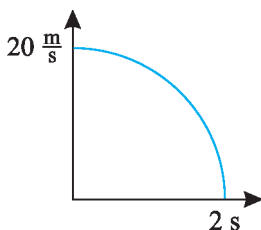
- A. II, III, i IV.
- B. Tylko III i IV.
- C. Tylko II i IV.
- D. Tylko IV.
- E. Da się przez wszystkie.

■ 26. W jakich proporcjach wagowych należy zmieszać ciecze o ciepłocie właściwej $2400 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ i o temperaturze 10°C z wodą (ciepłota właściwa $4200 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$) o temperaturze 30°C , aby otrzymać mieszaninę o temperaturze 24°C ? Samo mieszanie nie powoduje dodatkowych skutków cieplnych.

- A. 7:3.
- B. 3:7.
- C. 4:7.
- D. 3:4.
- E. 49:12.

■ 27. Podczas hamowania prędkość samochodu zależała od czasu w sposób pokazany na wykresie. Droga hamowania wyniosła około

- A. 3,14 m,
- B. 20 m,
- C. 31,4 m,
- D. 40 m,
- E. 314 m.



■ 28. Jaką wartość ma wypadkowa siła przyspieszająca startujący odrzutowiec, jeśli w czasie 30 sekund rozbiegu ruchem jednostajnie przyspieszonym osiąga on prędkość 270 km/h ? Masa samolotu to 200 ton.

- A. 1,8 MN.
- B. 500 kN.
- C. 180 kN.
- D. 80 kN.
- E. 50 kN.

■ 29. Dwie planetoidy o jednakowych masach pędzą naprzeciwko siebie, jedna z prędkością 2 km/s , druga 4 km/s . Dochodzi do czołowego zderzenia i zniszczenia planetoid. Jaka część łącznej energii kinetycznej planetoid (obliczanej w tym samym układzie odniesienia, w którym zmierzone zostały podane prędkości) może maksymalnie zostać zamieniona w energię wewnętrzną ich szczątków?

- A. 50%.
- B. 75%.
- C. 80%.
- D. 90%.
- E. 100%.

■ 30. Ze statku płynącego do portu ze stałą prędkością, po linii prostej, wysłano gołębia pocztowego, a godzinę później – drugiego gołębia. Gołębie dotarły do portu w odstępie 45 minut. Ile razy prędkość gołębia pocztowego jest większa od prędkości statku? Pogoda była bezwietrzna.

- A. 3.
- B. 4.
- C. 6.
- D. 7.
- E. Jest za mało danych, by to określić.

Klasy 3 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Zobaczywszy małpę w odległości 100 m, lwiatko ruszyło za nią w pościg z prędkością 10 m/s, a małpa w tym samym momencie zaczęła uciekać z prędkością 5 m/s. Bieg lwiatka do miejsca, w którym dogoniło małpę, w porównaniu z biegiem małpy, trwał

- A. 3 razy dłużej,
- B. 2 razy dłużej,
- C. tak samo długo,
- D. 2 razy krócej,
- E. 3 razy krócej.

■ 2. Statki utrzymują się na wodzie dzięki sile

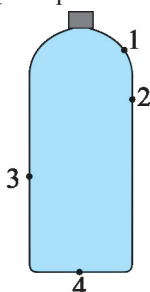
- A. nośnej, B. tarcia, C. wyporu,
- D. oporu, E. wyższej.

■ 3. Dziecko wypuściło z ręki balonik napęczniony helem, kupiony w ZOO. Balonik uleciał w górę. Stało się tak dzięki temu, że gaz w baloniku miał, w stosunku do powietrza wokół,

- A. wyższe ciśnienie,
- B. niższe ciśnienie,
- C. większą gęstość,
- D. mniejszą gęstość,
- E. niższą temperaturę.

■ 4. Plastikową butelkę wypełniono całkowicie wodą, szczelnie zakręcono i powieszono za zakrętkę w pozycji pionowej nad zlewem. Następnie w butelkę wbito igłę w jednym z miejsc oznaczonych numerami (rysunek). W którym przypadku po wyjęciu igły przez otwór wypłynie tyle wody, że jej poziom w butelce obniży się do poziomu otworu?

- A. W każdym z przypadków 1–4.
- B. Tylko w 1, 2, 3.
- C. Tylko w 1, 2.
- D. Tylko w 1.
- E. W żadnym z przypadków 1–4.



■ 5. Dzień trwa 12 godzin

- A. na równiku, niezależnie od pory roku,
- B. na równiku, ale tylko w dniach równonocy,
- C. na biegunach w dniach równonocy,
- D. na zwrotniku Raka w dniu przesilenia letniego,
- E. zawsze.

■ 6. Jedna kilowatogodzina to

- A. 1000 J, B. 3600 J,
- C. 60000 J, D. 1000000 J,
- E. 3600000 J.

■ 7. Są takie miejsca na Ziemi, z których Księżyc bywa widoczny

- A. wyłącznie w pełni,
- B. wyłącznie w dzień,
- C. przez całą dobę,
- D. wyłącznie w nocy,
- E. wyłącznie wiosną i jesienią.

■ 8. Aby ruchem jednostajnym wciągnąć wózek po równi pochyłej, trzeba ciągnąć go (równoległe do równi) siłą 50 N. Opory ruchu można pominąć. Żeby również jednostajnie opuścić w dół ten sam wózek po równi, trzeba działać (równoległe do równi) siłą

- A. większą niż 50 N, o tym samym zwrocie,
- B. 50 N, o przeciwnym zwrocie,
- C. 50 N, o tym samym zwrocie,
- D. mniejszą niż 50 N, o przeciwnym zwrocie,
- E. mniejszą niż 50 N, o tym samym zwrocie.

■ 9. Czworo pasażerów leci czterema samolotami w cztery strony świata, na podobnej wysokości, nad Polską, tuż przed zachodem Słońca. Tarcza Słońca będzie najszybciej chować się pod horyzontem dla tego, który leci

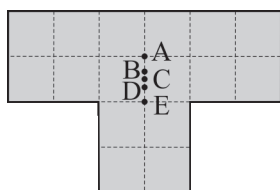
- A. na wschód,
- B. na zachód,
- C. na północ,
- D. na południe.
- E. Dla wszystkich równocześnie.

■ 10. Jakiego koloru jest roztopiony wolfram?

- A. białego,
- B. szarego,
- C. czarnego,
- D. czerwonego.
- E. Jest niewidoczny.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Który punkt jest środkiem ciężkości jednorodnej płytki, pokazanej na rysunku?



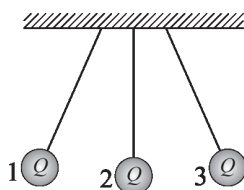
■ 12. Pod działaniem siły F pręt o początko-

wej długości l wydłuża się o $\Delta l = l \cdot \frac{F}{S \cdot E}$, gdzie S oznacza pole przekroju pręta, zaś E jest tzw. modułem Younga, charakteryzującym materiał pręta. Jednostką modułu Younga jest

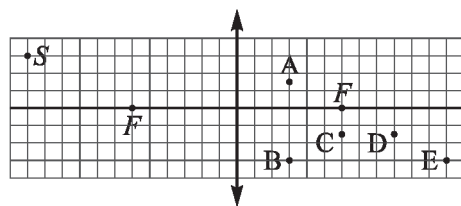
- A. $\frac{\text{N}}{\text{m}}$,
- B. N,
- C. J·m,
- D. Pa,
- E. $\frac{\text{N}}{\text{m}^3}$.

■ 13. Trzy kulki, wiszące na niciach (rysunek), naładowano ładunkami o takiej samej wartości bezwzględnej Q . Ładunek kulki 3 ma znak +. Jakie znaki mają ładunki kulek 1 i 2?

- A. 1+, 2+,
- B. 1+, 2-,
- C. 1+, 2 nie da się określić,
- D. 1-, 2+,
- E. 1-, 2-.

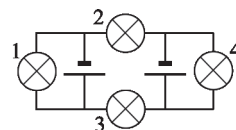


■ 14. F oznacza ognisko soczewki skupiającej. W którym punkcie powstaje obraz punktu S ?



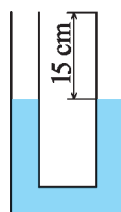
■ 15. Które żarówki świecą? Baterijki są identyczne. Żarówki także.

- A. Wszystkie.
- B. Żadna.
- C. Tylko 1 i 4.
- D. Tylko 2 i 3.
- E. Tylko 1 lub tylko 4.



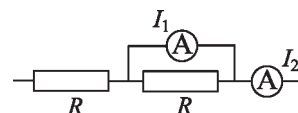
■ 16. W U-kształtnej rurce o polu przekroju 10 cm^2 znajduje się olej, jak pokazuje rysunek. Ile maksymalnie wody można dolać do jednego z ramion, aby z drugiego nie wylał się olej? Gęstości wody i oleju to 1000 kg/m^3 i 800 kg/m^3 .

- A. 150 ml.
- B. 200 ml.
- C. 240 ml.
- D. 300 ml.
- E. Olej nie zacznie się wylewać, tylko woda.



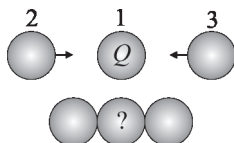
■ 17. Amperomierze są idealne, oporniki jednakowe (rysunek). Jeśli $I_2 = 2 \text{ A}$, to

- A. $I_1 = 0 \text{ A}$,
- B. $I_1 = 1 \text{ A}$,
- C. $I_1 = 2 \text{ A}$,
- D. $I_1 = 4 \text{ A}$,
- E. $I_1 = \infty$.



■ 18. Metalową kulkę 1, mającą ładunek elektryczny Q , zetknięto równocześnie z dwiema innymi, identycznymi ale nienaładowanymi kulkami 2 i 3, tak jak pokazuje rysunek. Ładunek, jaki pozostanie na kulce 1, ma wartość

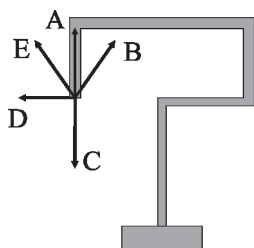
- A. Q ,
- B. $Q/2$,
- C. pomiędzy $Q/2$ i $Q/3$,
- D. $Q/3$,
- E. mniejszą od $Q/3$.



■ 19. Mars, podobnie jak Ziemia, obraca się wokół własnej osi z zachodu na wschód, ma też zbliżony do ziemskiego okres obrotu, nieco ponad 24 godziny. Fobos, jeden z dwóch księżyców Marsa, obiega tę planetę w ciągu około 8 godzin, w kierunku tym samym, co kierunek wirowania Marsa. Zatem Fobos

- A. wschodzi i zachodzi na wschodzie Marsa,
- B. wschodzi i zachodzi na zachodzie Marsa,
- C. wschodzi na wschodzie i zachodzi na zachodzie Marsa,
- D. wschodzi na zachodzie i zachodzi na wschodzie Marsa,
- E. jeśli z jakiegoś miejsca planety jest widoczny, to przez całą dobę.

■ 20. Wygięty i zamocowany jednym końcem drut równomiernie podgrzano. W którą stronę przesunie się jego drugi koniec?

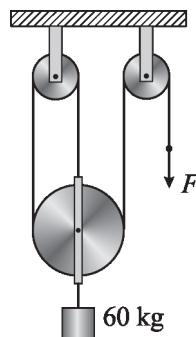


Zadania 21 – 30 za 5 punktów

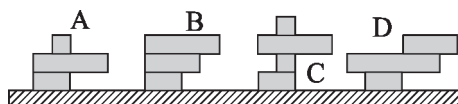
■ 21. Jakiej siły F trzeba użyć, aby utrzymać ładunek? Bloki i lina są nieważkie.

Przyjmij $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. 600 N.
- B. 300 N.
- C. 200 N.
- D. 150 N.
- E. 120 N.



■ 22. Która wieża z klocków przewróci się? Klocki różnią się tylko długością.



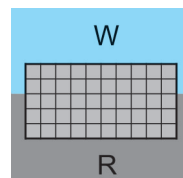
E. Wszystkie.

■ 23. Zegarek elektroniczny odmierza czas bardzo precyzyjnie, ale wyświetla tylko godziny i minuty. Podczas lekcji fizyki, na początku doświadczenia zegarek pokazywał godzinę 10:15, a na końcu 10:45. Najdokładniejsza pewna informacja o czasie trwania doświadczenia wynikająca z tych wskazań, to

- A. więcej niż 28 minut ale mniej niż 32 minuty,
- B. więcej niż 29 minut, ale mniej niż 31 minut,
- C. więcej niż 29 minut 30 sekund, ale mniej niż 30 minut 30 sekund,
- D. więcej niż 29 minut 31 sekund, ale mniej niż 30 minut 29 sekund,
- E. dokładnie 30 minut.

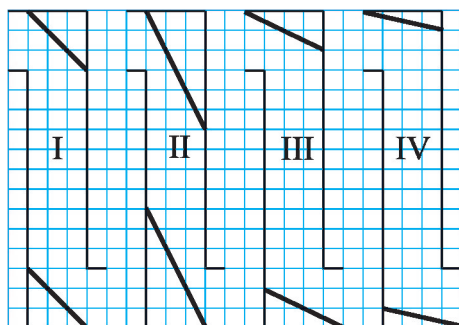
■ 24. Jaką gęstość ma klocek (rysunek), pływający na granicy pomiędzy roztworem R, o gęstości 2000 kg/m^3 , a wodą W o gęstości 1000 kg/m^3 ?

- A. 1200 kg/m^3 .
- B. 1400 kg/m^3 .
- C. 1500 kg/m^3 .
- D. 1600 kg/m^3 .
- E. 1800 kg/m^3 .



■ 25. Oto peryskopy. Linie ukośne to płaskie zwierciadła. Schematy wiernie odwzorowują kąty i proporcje. Przez które peryskopy na pewno NIE DA się dostrzec odległej latarni? Peryskopy można przechylać.

A. II, III, i IV.



B. Tylko III i IV.

C. Tylko II i IV.

D. Tylko IV.

E. Da się przez wszystkie.

■ 26. Hamulce z systemem ABS zapewniają przy gwałtownym hamowaniu zawsze maksymalną siłę hamującą samochód, możliwą do uzyskania na danej nawierzchni bez poślizgu kół. Jeśli taki samochód jedzie dwa razy szybciej, będzie miał dwa razy większy/większą/większe

A. czas hamowania,

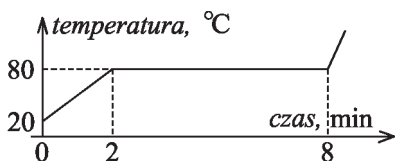
B. drogę hamowania,

C. przyspieszenie hamowania,

D. częstotliwość hamowania,

E. temperaturę hamulców.

■ 27. Zestalonej porcji pewnej substancji dostarczano równomiernie ciepło, aby ją stopić. Na wykresie pokazano zależność temperatury substancji od czasu. Ciepło właściwe tej substancji w stanie stałym wynosi $1000 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$.



Ile jest równe jej ciepło topnienia?

A. 20 kJ/kg .

B. 60 kJ/kg .

C. 180 kJ/kg .

D. 240 kJ/kg .

E. 360 kJ/kg .

■ 28. Nowa Koyota Sprint przyspiesza od zera do 100 km/h w czasie 5 s . Ile wynosi średnia moc silnika Koyoty podczas tego przyspieszania? Pomiń opory ruchu. Masa samochodu to 1000 kg .

A. Około 2 MW .

B. Około 772 kW .

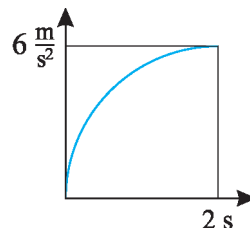
C. Około 154 kW .

D. Około 77 kW .

E. Około 77 W .

■ 29. Koyota Sprint potrafi ruszać łagodnie, dla większego komfortu pasażerów. Oto wykres wartości przyspieszenia dla pierwszych dwóch sekund ruchu.

Ile jest równa prędkość Koyoty w chwili 2 s ?



A. Około $3,14 \text{ m/s}$.

B. 6 m/s .

C. Około $9,42 \text{ m/s}$.

D. 12 m/s .

E. Około $28,3 \text{ m/s}$.

■ 30. Ze statku płynącego do portu ze stałą prędkością, po linii prostej, wysłano gołębia pocztowego, a godzinę później – drugiego gołębia. Gołębie dotarły do portu w odstępie 48 minut . Ile razy prędkość gołębia pocztowego jest większa od prędkości statku? Pogoda była bezwietrzna.

A. 3. B. 4. C. 5. D. 9.

E. Jest za mało danych, by to określić.

Klasy I liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Lwiątko, kangur i małpa urządziły wyścig ścieżką do wodopoju, startując razem: lwiątko biegło z prędkością 10 m/s i wygrało, kangur biegł z prędkością 8 m/s i przegrał na metę pół minuty po lwiątku, a małpa, biegnąca z prędkością 6 m/s, dotarła na metę jeszcze 50 sekund później. Droga przebyta przez małpę, w porównaniu z drogą lwiątko, była

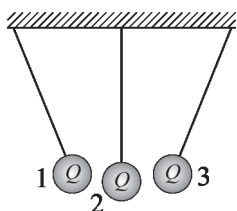
- A. dłuższa o 480 m,
- B. dłuższa o 320 m,
- C. tej samej długości,
- D. krótsza o 320 m,
- E. krótsza o 480 m.

■ 2. Silnik raketowy napędza rakietę dzięki zjawisku

- A. bezwładności,
- B. względności ruchu,
- C. odrzutu,
- D. nieważkości,
- E. powszechnego ciążenia.

■ 3. Trzy kulki, wiszące na niciach, naładowano ładunkami o takiej samej wartości bezwzględnej Q . Ładunek kulki 3 ma znak +. Jakie znaki mają ładunki kulek 1 i 2?

- A. 1+, 2+,
- B. 1+, 2-,
- C. 1-, 2 nie da się określić,
- D. 1-, 2+,
- E. 1-, 2-.

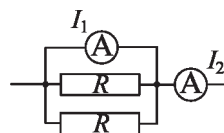


■ 4. Na powierzchni wody w niewielkiej miseczce położono stalową igłę tak, że igła nie tonie. Igła natychmiast zatonie, jeśli do wody, z dala od igły, dodamy kroplę

- A. wrzółtu,
- B. octu,
- C. mleka,
- D. płynu do mycia naczyń,
- E. coca-coli.

■ 5. Amperomierze są idealne, oporniki jednakowe (rysunek). Jeśli $I_2 = 3$ A, to

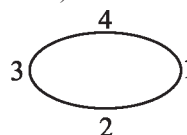
- A. $I_1 = 0$ A,
- B. $I_1 = 1$ A,
- C. $I_1 = 2$ A,
- D. $I_1 = 3$ A,
- E. $I_1 = \infty$.



■ 6. Plamy słoneczne to

- A. rejony powierzchni Słońca chłodniejsze od sąsiednich,
- B. wyloty tuneli czasoprzestrzennych,
- C. chmury pyłu, znajdujące się na drodze promieni słonecznych,
- D. obszary, w których hel przeważa nad wodorem,
- E. rejony powierzchni Słońca gorętsze od sąsiednich.

■ 7. Kulka wahadła, odchylona i popchnięta w bok, porusza się po krzywej zbliżonej do elipsy (rysunek).



W którym położeniu jej prędkość ma wartość największą, a w którym najmniejszą (o ile ta wartość nie jest stała)?

- A. W 1 i 3 największą, w 2 i 4 najmniejszą.
- B. W 1 i 3 najmniejszą, w 2 i 4 największą.
- C. W 1 największą, a w 3 najmniejszą lub na odwrót.
- D. W 2 największą, a w 4 najmniejszą lub na odwrót.
- E. Prędkość kulki ma stałą wartość.

■ 8. Jedna watosekunda to

- A. 3600000 J,
- B. 3600 J,
- C. 60 J,
- D. $\frac{1}{60}$ J,
- E. 1 J.

■ 9. Tzw. wzór Stokesa $F=6\pi\eta rv$ podaje siłę oporu, jakiej doznaje, na skutek lepkości, poruszająca się w płynie z prędkością v kula o promieniu r . Jednostką współczynnika lepkości η jest

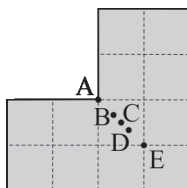
- A. Pa·s, B. N/m, C. W/s,
D. J·m, E. kg/s.

■ 10. Oświetlona Słońcem część kuli ziemskiej

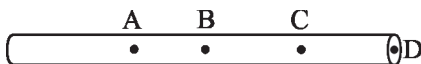
- A. w nocy jest wyraźnie mniejsza niż w dzień,
B. w zimie jest wyraźnie mniejsza niż w lecie,
C. ma w przybliżeniu cały czas takie same rozmiary,
D. obejmuje zawsze połowę każdego równoleżnika,
E. obejmuje zawsze połowę każdego południka.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Który punkt jest środkiem ciężkości jednorodnej płytki, pokazanej na rysunku?



■ 12. Pewna masywna planetoida ma dwuwalczną formę długiego jednorodnego walca o niewielkim promieniu. W którym z zaznaczonych punktów jej powierzchni ciężar kilogramowego odważnika okazałby się większy niż w pozostałych?



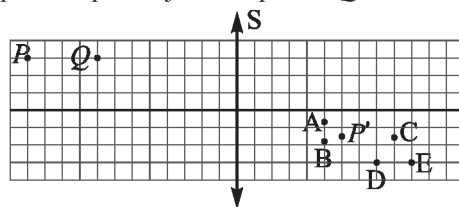
E. Ciężar byłby we wszystkich tych punktach taki sam.

■ 13. Wartością przemieszczenia nazywa się w opisie ruchu odległość (w prostej linii!) pomiędzy położeniem początkowym i końcowym. Z kolei droga to długość prze-

zebytej trasy, jaką np. pokazuje licznik kilometrów. Droga jest równa wartości przemieszczenia wtedy i tylko wtedy, gdy ruch jest

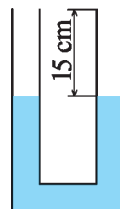
- A. jednostajny,
B. prostoliniowy,
C. bez zawracania.
D. Zawsze.
E. Inna odpowiedź.

■ 14. P' jest obrazem punktu P , tworzonym przez soczewkę skupiającą S . W którym punkcie powstaje obraz punktu Q ?



■ 15. W U-rurce o polu przekroju 10 cm^2 znajduje się woda, jak pokazuje rysunek. Ile maksymalnie oleju można dolać do jednego z ramion, aby się z niego nie wylał? Gęstości wody i oleju to 1000 kg/m^3 i 800 kg/m^3 .

- A. 150 ml.
B. 250 ml.
C. 270 ml.
D. 300 ml.
E. Olej nie zacznie się wylewać, tylko woda.



■ 16. Do rozciągnięcia o 1 mm struny o długości l potrzeba siły F . Z tego samego drutu wykonano strunę o długości $2l$. Do rozciągnięcia jej o 1 mm potrzeba siły

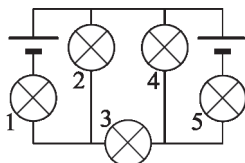
- A. $F/2$, B. $F/\sqrt{2}$, C. F ,
D. $F\sqrt{2}$, E. $2F$.

■ 17. Aby ruchem jednostajnym wciągnąć wózek o masie 50 kg po równi pochyłej, trzeba ciągnąć go (równoległe do równi) siłą 250 N. Opory ruchu można pominąć. Ile stopni ma kąt nachylenia równi do poziomu? Przyjmij $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. 0,5 B. 2. C. 30.
D. 45. E. 60.

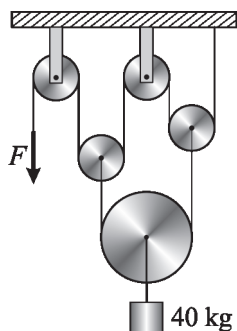
■ 18. Które żaróweczki świecą? Baterijki są identyczne. Żaróweczki także.

- A. Wszystkie.
- B. Tylko 3.
- C. Tylko 1, 3 i 5.
- D. Tylko 1, 2, 4 i 5.
- E. Tylko 2 i 4.



■ 19. Jakiej siły F trzeba użyć, aby utrzymać ładunek? Bloki i liny są nieważkie. Przyjmij $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. 400 N.
- B. 200 N.
- C. 100 N.
- D. 80 N.
- E. 50 N.



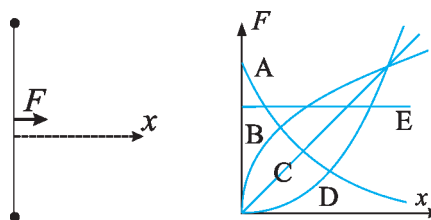
■ 20. Rysunek pokazuje fragment mapy nieba nad Polską z zaznaczonym położeniem Księżycy i Słońca (kreski to gwiazdozbiory; Księżyc jest widoczny jako sierp, tuż nad horyzontem). W ciągu doby

- A. Księżyc i Słońce przesuną się na tle gwiazd w lewo,
- B. Księżyc i Słońce przesuną się na tle gwiazd w prawo,
- C. Księżyc przesunie się na tle gwiazd w lewo, a Słońce w prawo,
- D. Księżyc przesunie się na tle gwiazd w prawo, a Słońce w lewo,
- E. Księżyc i Słońce nie zmieniają położenia na tle gwiazd.

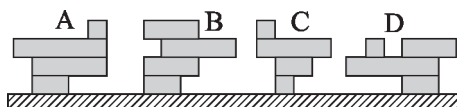


Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ 21. Swawolny Dyzio zbudował procę-gigant, rozpinając prawie nienapiętą gumę pomiędzy dwoma wbitymi w ziemię palikami (na rysunku widok z góry). Następnie rozciągał gumę, przykładając w jej środku siłę F . Który wykres pokazuje zależność wartości F od przemieszczenia x środka gumy?



■ 22. Która wieża z klocków przewróci się? Klocki różnią się tylko długością



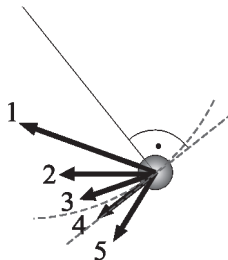
E. Żadna.

■ 23. Zegarek elektroniczny odmierza czas bardzo precyzyjnie, ale wyświetla tylko godziny i minuty. Podczas lekcji fizyki, na początku doświadczenia zegarek pokazywał godzinę 10:15, a na końcu doświadczenia 10:45. Najdokładniejsza pewna informacja o czasie trwania doświadczenia wynikająca z tych wskazań, to

- A. więcej niż 29 minut i mniej niż 31 minut,
- B. nie mniej niż 29 minut i nie więcej niż 31 minut,
- C. nie mniej niż 29 minut i mniej niż 31 minut,
- D. więcej niż 29 minut i nie więcej niż 31 minut,
- E. dokładnie 30 minut.

■ 24. Rysunek pokazuje kulkę wahadła w ruchu, w położeniu innym niż maksymalne wychylenie. Który z wektorów może reprezentować wypadkową siłę działającą na kulkę?

- A. 1, 2, 3, 4.
- B. Tylko 1, 2, 3.
- C. Tylko 2, 3, 4.
- D. Tylko 4.
- E. Tylko 5.



■ 25. Gdyby Ziemię powiększać, nie zmieniając jej gęstości i okresu obrotu, to na równiku (w granicach stosowności fizyki klasycznej)

- A. zniknęłyby równocześnie przyciąganie grawitacyjne i siła odśrodkowa,
- B. dla pewnego jej promienia przyciąganie grawitacyjne zostałoby zrównoważone przez siłę odśrodkową,
- C. stosunek siły ciężenia do siły odśrodkowej malałby ze wzrostem promienia,
- D. stosunek siły ciężenia do siły odśrodkowej wzrastałby ze wzrostem promienia,
- E. stosunek siły ciężenia do siły odśrodkowej nie zmieniałby się ze wzrostem promienia.

■ 26. Podczas jazdy (po poziomej drodze, bez wiatru) ze stałą prędkością 60 km/h silnik samochodu pracuje z mocą 16 kW. Ile wynosi moc silnika przy jeździe z prędkością 90 km/h? Przyjmij, że siła oporów ruchu jest proporcjonalna do kwadratu prędkości.

- A. 24 kW.
- B. 36 kW.
- C. 54 kW.
- D. 81 kW.
- E. 121,5 kW.

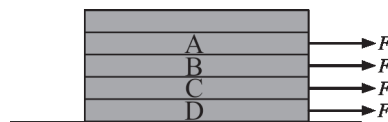
■ 27. Obserwowana z powierzchni Księżyca Ziemia wiruje z okresem

- A. 24 h,
- B. o kilka procent dłuższym niż 24 h,
- C. o kilka procent krótszym niż 24 h,
- D. o kilkanaście procent dłuższym niż 24 h,
- E. o kilkanaście procent krótszym niż 24 h.

■ 28. W warunkach nieważkości kula o masie 240 g uderza w nieruchomy sześciąt. W wyniku czołowego, sprężystego zderzenia kula odskakuje wstecz z prędkością równą co do wartości połowie prędkości początkowej. Jaką masę ma sześciąt?

- A. 80 g.
- B. 120 g.
- C. 240 g.
- D. 720 g.
- E. Inna odpowiedź.

■ 29. Usiłujemy przeciągnąć pięć jednakowych płaskich pudeł, położonych na poziomej podłodze jedno na drugim (rysunek). Współczynnik tarcia (statycznego i kinetycznego) pudła o podłogę wynosi 0,3, a pudła o pudło 0,4. Wskaż najwyższe pudło, do którego można przyłożyć siłę ciągnącą F , aby spowodować jednakowy ruch wszystkich pięciu pudeł.



E. Nawet w przypadku D pudła przesuną się względem siebie.

■ 30. Ze statku płynącego do portu ze stałą prędkością, po linii prostej, wysłano gołębia pocztowego, a godzinę później – drugiego gołębia. Gołębie dotarły do portu w odstępie 45 minut. Ile razy prędkość gołębia pocztowego jest większa od prędkości statku? Pogoda była bezwietrzna.

- A. 3.
- B. 4.
- C. 6.
- D. 7.
- E. Jest za mało danych, by to określić.

Klasy II liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Lwiątko, kangur i małpa urządziły wyścig ścieżką do wodopoju, startując razem: lwiątko biegło z prędkością 10 m/s i wygrało, kangur biegł z prędkością 9 m/s i przyszedł na metę 10 sekund po lwiątku, a małpa, biegnąca z prędkością 6 m/s, dotarła na metę jeszcze 50 sekund później. Droga przebyta przez małpę, w porównaniu z drogą lwiątko, była

- A. tej samej długości,
- B. dłuższa o 360 m,
- C. dłuższa o 180 m,
- D. krótsza o 360 m,
- E. krótsza o 180 m.

■ 2. Silniki elektryczne działają dzięki zjawisku

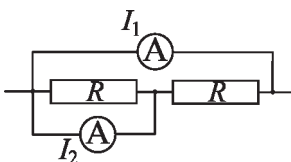
- A. indukcji elektrostatycznej,
- B. samoindukcji,
- C. siły elektrodynamicznej,
- D. lewej dłoni,
- E. siły odśrodkowej.

■ 3. Ogniskowa zwierciadła wklęsłego, gdy jest umieszczone w powietrzu, wynosi 1,2 m. To samo zwierciadło po zanurzeniu w wodzie (współczynnik załamania 4/3) ma ogniskową

- A. 0,8 m, B. 0,9 m, C. 1,2 m,
- D. 1,5 m, E. 1,6 m.

■ 4. Amperomierze są idealne, oporniki jednakowe (rysunek). Jeśli $I_1 = 2$ A, to

- A. $I_2 = 0$ A,
- B. $I_2 = 1$ A,
- C. $I_2 = 2$ A,
- D. $I_2 = 4$ A,
- E. $I_2 = \infty$.



■ 5. Metalowy sześcián naelektryzowano. Porównujemy wartości potencjału elektrostatycznego V w punktach W – wierzchołek, K – środek krawędzi, S – środek ściany. Zaczodzi

- A. $V_W = V_K = V_S$,
- B. $V_W > V_K > V_S$,
- C. $V_W < V_K < V_S$,
- D. $V_W = V_K > V_S$,
- E. $V_W = V_K < V_S$.

■ 6. Jedna amperogodzina to

- A. 3600 C, B. 60 C, C. 1 C,

- D. $\frac{1}{60}$ C, E. $\frac{1}{3600}$ C.

■ 7. Jeśli R – uniwersalna stała gazowa, k – stała Boltzmanna, N_A – liczba Avogadro, to

- A. $k = R \cdot N_A$,
- B. $R = k \cdot N_A$,
- C. $N_A = k \cdot R$,
- D. $k = 1/(R \cdot N_A)$,
- E. $R = 1/(k \cdot N_A)$.

■ 8. Szybkość przepływu ciepła (w dżulach na sekundę) przez płaską ściankę wyraża

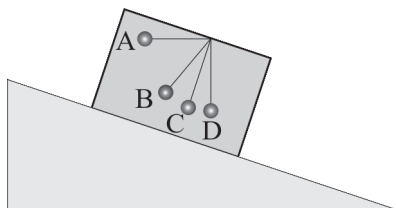
się wzorem $\lambda S \frac{\Delta T}{d}$, gdzie S oznacza pole

powierzchni ścianki, d jej grubość, a ΔT to różnica temperatur po obu stronach ścianki. Współczynnik λ charakteryzuje materiał ścianki, jego jednostka to

- A. $\frac{J}{s}$, B. $\frac{N}{K}$, C. $\frac{W}{m \cdot K}$, D. $\frac{J \cdot K}{m \cdot s}$.

E. λ jest wielkością bezwymiarową.

■ 9. Zamknięte pudełko zsuwa się bez tarcia z równi pochyłej. Do „sufitu” pudełka przyłączone jest wahadło. Podczas swobodnego zsuwania się pudełka położeniem równowagi wahadła jest



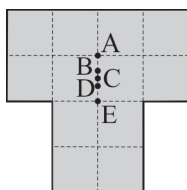
E. Wahadło nie będzie zwisało, bo znajdzie się w stanie nieważkości.

■ 10. Gdy w szczelnym, izolowanym termicznie pojemniku z suchym powietrzem (o normalnym ciśnieniu i temperaturze) spalimy kawałek węgla, w pojemniku zmniejszy się

- A. objętość gazu,
- B. temperatura gazu,
- C. liczba cząsteczek gazu,
- D. ciśnienie gazu.
- E. Żadna z wymienionych wielkości nie zmaleje.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Który punkt jest środkiem ciężkości jednorodnej płytki, pokazanej na rysunku?



■ 12. Używając dwulitrowego czajnika elektrycznego, podgrzewamy:

- 1) jeden litr wody od temperatury 20 °C do temperatury 100 °C;
- 2) dwa litry wody od 60 °C do 100 °C;
- 3) dwa litry wody od 20 °C do 60 °C. Czasy podgrzewania, odpowiednio t_1 , t_2 , t_3 , spełniają

A. $t_1 = t_2 = t_3$,

B. $t_1 > t_2 > t_3$,

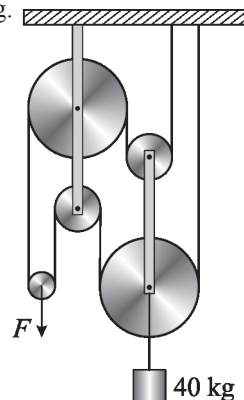
C. $t_2 > t_1 > t_3$,

D. $t_3 > t_2 > t_1$,

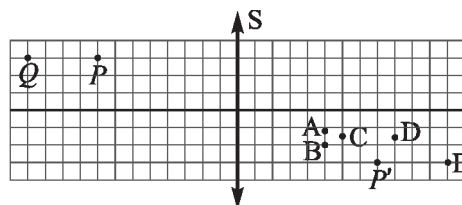
E. $t_2 > t_3 > t_1$.

■ 13. Jakiej siły F trzeba użyć, aby utrzymać ładunek? Bloki i lina są nieważkie. Przyjmij $g = 10 \text{ N/kg}$.

- A. 400 N.
- B. 200 N.
- C. 100 N.
- D. 80 N.
- E. 50 N.

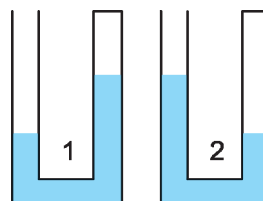


■ 14. P' jest obrazem punktu P , tworzonym przez soczewkę skupiającą S . W którym punkcie powstaje obraz punktu Q ?



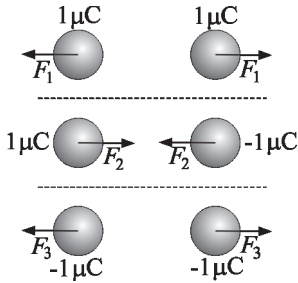
■ 15. Prawe ramiona U-rurek 1 i 2 są zamknięte, a ponad wodą znajduje się powietrze (rysunek). Do lewych ramion dolewamy wody, w wyniku czego poziom wody w lewym ramieniu podnosi się o Δh , a poziom wody w prawym ramieniu o $\Delta h'$. Zachodzi

- A. 1. $\Delta h' > \Delta h$, 2. $\Delta h' < \Delta h$,
- B. 1. $\Delta h' < \Delta h$, 2. $\Delta h' > \Delta h$,
- C. 1. $\Delta h' > \Delta h$, 2. $\Delta h' > \Delta h$,
- D. 1. $\Delta h' < \Delta h$, 2. $\Delta h' < \Delta h$,
- E. 1. $\Delta h' = \Delta h$, 2. $\Delta h' = \Delta h$.



■ 16. Rozpatrujemy trzy przypadki oddziaływania naładowanych metalowych kul, jak pokazują rysunki. Odległość kul jest za każdym razem taka sama. Zachodzi

- A. $F_1 = F_2 = F_3$,
- B. $F_1 = F_3 > F_2$,
- C. $F_1 = F_3 < F_2$,
- D. $F_1 > F_3$,
- E. $F_1 < F_3$.

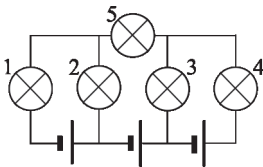


■ 17. Aby jednostajnie wciągnąć ładunek po pochylni, trzeba działać (równoległe do pochylni) siłą 500 N. Aby ten sam ładunek jednostajnie przesunął się w dół, trzeba działać (równoległe do pochylni) siłą 100 N. Siła tarcia ładunku o pochylnię ma wartość

- A. 600 N,
- B. 400 N,
- C. 300 N,
- D. 200 N.
- E. Inna odpowiedź.

■ 18. Które żarówki świecą? Baterijki są identyczne. Żarówki także.

- A. Wszystkie.
- B. Tylko 5.
- C. Tylko 1, 2, 3 i 4.
- D. Tylko 1, 4 i 5.
- E. Tylko 2 i 3.



■ 19. Silnik Carnota „1” o sprawności η_1 przekazuje całe swoje „ciepło oddane” silnikowi Carnota „2” o sprawności η_2 , w którym stanowi ono „ciepło pobrane”. Łączna sprawność tak połączonych silników to

- A. $\eta_1 + \eta_2$,
- B. $1 - \eta_1 - \eta_2 + \eta_1 \eta_2$,
- C. $\eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2$,
- D. $\eta_1 + \eta_2 + \eta_1 \eta_2$.
- E. Jest za mało danych, by to określić.

■ 20. Rysunek pokazuje fragment mapy nieba nad Polską z zaznaczonym położeniem Księżyca i Słońca (kreski to gwiazdozbiory; Księżyc jest widoczny jako sierp, tuż nad horyzontem). Dobę później na analogicznej mapie Księżyc i Słońce

- A. będą bliżej siebie,
- B. będą dalej od siebie,
- C. będą przesunięte na tle gwiazd bez zmiany wzajemnej odległości,
- D. nie zmienią swego położenia na tle gwiazd,
- E. będą na tle gwiazd zamienione miejscami.

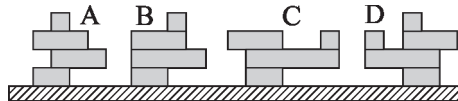


Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ 21. Jeden gram antymaterii, gdyby anihilował z materią, wystarczyłoby do odparowania

- A. Oceanu Atlantyckiego,
- B. Bałtyku, ale nie Oceanu Atlantyckiego
- C. Jeziora Śniardwy, ale nie Bałtyku,
- D. basenu pływackiego, ale nie jeziora Śniardwy,
- E. napełnionej wanny, ale nie basenu pływackiego.

■ 22. Która wieża z klocków przewróci się? Klocki różnią się tylko długością.



E. Żadna.

■ 23. W zbiorniku znajduje się gaz doskonały. W wyniku wzrostu temperatury bezwzględnej o 25% jego ciśnienie wzrosło. Jaką część gazu należałoby wypuścić ze zbiornika (bez zmiany temperatury wewnętrznej), by ciśnienie wróciło do wartości początkowej?

- A. 25%. B. 20%. C. 5%.
D. Nie da się obliczyć bez znajomości początkowego ciśnienia.
E. Nie da się obliczyć bez znajomości liczby moli gazu.

■ **24.** Gdyby Ziemię powiększać, nie zmieniając jej masy i okresu obrotu, to na równiku

- A.** zniknęłyby równocześnie przyciąganie grawitacyjne i siła odśrodkowa,
B. dla pewnego jej promienia przyciąganie grawitacyjne zostałoby zrównoważone przez siłę odśrodkową,
C. przyciąganie grawitacyjne wzrosłoby tak bardzo, że Ziemia stałaby się czarną dziurą,
D. stosunek siły ciężenia do siły odśrodkowej wzrastałby ze wzrostem promienia,
E. stosunek siły ciężenia do siły odśrodkowej pozostawałby stały ze wzrostem promienia.

■ **25.** Jaką co najmniej moc musi osiągać silnik samochodu wyścigowego (nie licząc mocy potrzebnej do pokonania oporu powietrza), jeśli w czasie 5 sekund rozbiegu (ze stałym przyspieszeniem) samochód uzyskuje prędkość 180 km/h? Masa samochodu to 1000 kg.

- A.** 1000 kW.
B. 648 kW.
C. 500 kW.
D. 324 kW.
E. 250 kW.

■ **26.** Dwa wózki o masach m , połączone sprężyną o współczynniku sprężystości k i poruszające się bez oporów, wprowadzono w drgania harmoniczne. Okres tych drgań to

- A.** $2\pi\sqrt{m/k}$, **B.** $2\pi\sqrt{m/2k}$,
C. $2\pi\sqrt{2m/k}$, **D.** $4\pi\sqrt{m/k}$,
E. $\pi\sqrt{m/k}$.



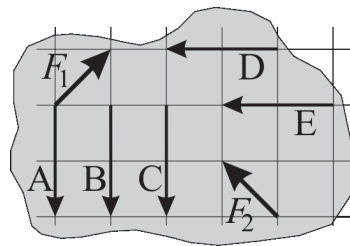
■ **27.** Na dwa walce o identycznych rozmiarach nawinięto takim samym cienkim drutem zwojnice, przy czym pierwsza ma dwa razy więcej zwojów niż druga. Zwojnice podłączono równolegle do źródła stałego napięcia. Wartości indukcji pola magnetycznego w zwojnicach spełniają

- A.** $B_1 = 4B_2$, **B.** $B_1 = 2B_2$,
C. $B_1 = B_2$, **D.** $B_1 = B_2/2$,
E. $B_1 = B_2/4$.

■ **28.** Na małej wyspie w rejonie równika stoi latarnia morska. Latarnik mieszka w niej na wysokości 50 m n.p.m. O ile dłuższe są jego dni w porównaniu z sytuacją, gdyby mieszkał na wysokości 2 m n.p.m.? Latarnik widzi wokół tylko morze.

- A.** O ok. 15 minut.
B. O ok. 1,5 minuty.
C. O ok. 10 sekund.
D. O ok. 1 sekundy.
E. Wysokość miejsca obserwacji nie ma wpływu na długość dnia.

■ **29.** Do płaskiej nieregularnej płytki przyłożono siły F_1, F_2 , jak pokazuje rysunek. Którą z sił należy dodatkowo przyłożyć, aby płytka pozostawała w równowadze?



■ **30.** Ze statku, oddalającego się w linii prostej od portu ze stałą prędkością, wysłano gołębia pocztowego, a godzinę później – drugiego gołębia. Gołębie dotarły do portu w odstępie 70 minut. Ile razy prędkość gołębia pocztowego jest większa od prędkości statku? Pogoda jest bezwietrzna.

- A.** 4. **B.** 5. **C.** 6. **D.** 7.
E. Jest za mało danych, by to określić.

Klasy III i IV liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Lwiątko, kangur i małpa urządziły wyścig ścieżką do wodopoju, startując razem: lwiątko biegło z prędkością 8 m/s i wygrało, kangur biegł z prędkością 6 m/s i przybył na metę 50 sekund po lwiątku, a małpa, biegnąca z prędkością 5 m/s, dotarła na metę jeszcze 40 sekund później. Droga przebyta przez małpę, w porównaniu z drogą lwiątko, była

A. dłuższa o 450 m,
 B. dłuższa o 270 m,
 C. krótsza o 450 m,
 D. krótsza o 270 m,
 E. tej samej długości.

■ 2. Soczewka rozpraszająca działa dzięki zjawisku

- A. odbicia światła,
 B. załamania światła,
 C. ugięcia (dyfrakcji) światła,
 D. polaryzacji światła,
 E. rozpraszania światła.

■ 3. Prędkość lecącej muchy względem jej odbicia w płaskim lustrze jest wektorem zawsze

- A. przeciwnym do wektora prędkości muchy względem lustra,
 B. dwa razy dłuższym od wektora prędkości muchy względem lustra,
 C. niezerowym,
 D. zerowym lub prostopadłym do płaszczyzny lustra,
 E. zerowym lub równoległym do płaszczyzny lustra.

■ 4. Światło czerwone (długość fali 700 nm) zmieszane ze światłem zielonym (550 nm) i niebieskim (460 nm) o tych samych natężeniach, daje światło białe o długości fali

- A. 1710 nm, B. 570 nm,
 C. 184,5 nm, D. 61,5 nm.
 E. Inna odpowiedź.

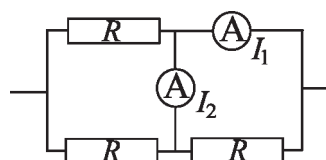
■ 5. Metalowy sześcian naelektryzowano. Porównujemy wartości natężenia pola elek-

trostatycznego E w punktach na zewnątrz sześcianu tuż przy W – wierzchołku, K – środku krawędzi, S – środku ściany. Zachodzi

- A. $E_W = E_K = E_S$,
 B. $E_W > E_K > E_S$,
 C. $E_W < E_K < E_S$,
 D. $E_W > E_S > E_K$,
 E. $E_W = E_K < E_S$.

■ 6. Amperomierze są idealne, oporniki jednakowe (rysunek). Jeśli $I_1 = 2$ A, to

- A. $I_2 = 0$ A,
 B. $I_2 = 1$ A,
 C. $I_2 = 2$ A,
 D. $I_2 = 4$ A,
 E. $I_2 = \infty$.



■ 7. Siła oporu aerodynamicznego wyraża

się wzorem $F = c \frac{v^2 d}{2} S$, gdzie v – prędkość ciała, d – gęstość gazu, S – pole przekroju czołowego ciała; c jest tzw. współczynnikiem oporu aerodynamicznego. Jednostką współczynnika c jest

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

E. c jest wielkością bezwymiarową.

■ 8. Woda w akwarium (wypełnionym po brzegi) wywiera na dno ciśnienie 2000 Pa (chodzi o ciśnienie hydrostatyczne, czyli ciśnienie samej wody, bez dodawania ciśnienia atmosferycznego). Inne, większe akwarium jest kopią tamtego w skali 2:1. W tym większym akwarium, wypełnionym po brzegi, woda wywiera na dno ciśnienie

- A. 1000 Pa, B. 2000 Pa,
 C. 4000 Pa, D. 8000 Pa,
 E. 16000 Pa.

■ 9. Do wykrywania promieniowania jądowego najlepiej nadaje się, spośród wymienionych,

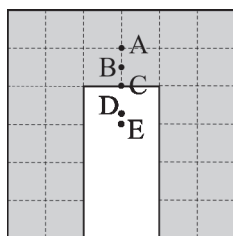
- A. dokładny woltomierz,
- B. czuły amperomierz,
- C. elektroskop,
- D. oscyloskop,
- E. dobry mikroskop.

■ 10. Jedna dioptria to inaczej

- A. 1 m,
- B. $1 \frac{1}{s}$,
- C. $1 \frac{1}{m}$,
- D. $1 \frac{s}{m}$,
- E. $1 \frac{1}{f}$.

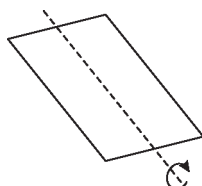
Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Który punkt jest środkiem ciężkości jednorodnej płytki, pokazanej na rysunku?



■ 12. Sztywna ramka z drutu wiruje w jednorodnym polu magnetycznym (rysunek). Aby w ramce płynął prąd indukcyjny, oś obrotu ramki

- A. musi być prostopadła do linii pola magnetycznego,
- B. nie może być prostopadła do linii pola magnetycznego,
- C. musi być równoległa do linii pola magnetycznego,
- D. nie może być równoległa do linii pola magnetycznego.
- E. Żaden z warunków A–D nie jest warunkiem koniecznym wzbudzenia prądu.

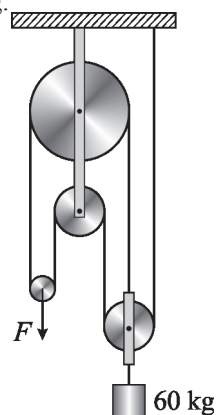


■ 13. Jak wiadomo, torem ruchu nazywa się linię stanowiącą zbiór położeń, zajmowanych w czasie ruchu przez poruszający się punkt. Z kolei droga to długość przebytej trasy, jaką np. pokazuje licznik kilometrów. Całkowita droga jest równa długości całego toru wtedy i tylko wtedy, gdy ruch jest

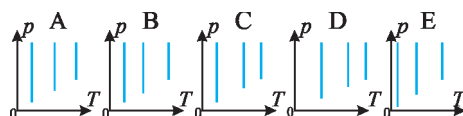
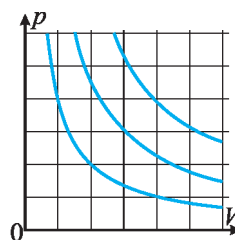
- A. jednostajny,
- B. prostoliniowy,
- C. bez zawracania.
- D. Zawsze.
- E. Inna odpowiedź.

■ 14. Jakiej siły F trzeba użyć, aby utrzymać ładunek? Bloki i lina są nieważkie. Przyjmij $g = 10 \text{ N/kg}$.

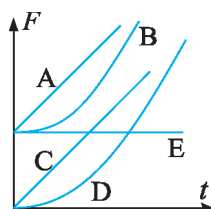
- A. 900 N.
- B. 600 N.
- C. 400 N.
- D. 200 N.
- E. 120 N.



■ 15. Wykresy $p - V$ to trzy izoterm tej samej ilości gazu doskonałego. Który z rysunków prawidłowo pokazuje te izotermy we współrzędnych $p - T$?



■ **16.** Siła oporu działająca na samochód jest proporcjonalna do kwadratu jego prędkości. Jeśli samochód rusza i rozpędza się ze stałym przyspieszeniem, siła ciągu silnika zależy od czasu tak, jak pokazuje wykres

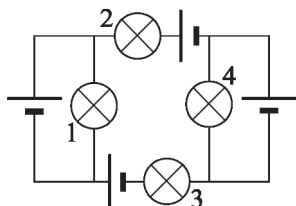


■ **17.** Sonda kosmiczna na Jowisza i Saturna wysyłano, dla zaoszczędzenia paliwa, w takim kierunku, by zanim dotrą do celu, zbliżyły się do kilku innych ciał niebieskich. Oszczędność paliwa uzyskano dzięki temu, że po każdym zbliżeniu sonda zwiększała swoją energię

- A. kinetyczną kosztem energii kinetycznej ciał, do których zbliżyła się po drodze,
- B. potencjalną kosztem energii potencjalnej przyciągania tych ciał,
- C. kinetyczną kosztem energii potencjalnej Słońca,
- D. kinetyczną, kosztem energii wewnętrznej ciał, do których zbliżyła się po drodze,
- E. wewnętrzną kosztem energii kinetycznej ciał, do których zbliżyła się po drodze.

■ **18.** Które żarówki świecą? Baterijki są identyczne. Żarówki także.

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



■ **19.** Otwierając oczy pod wodą, widzimy przedmioty bardzo nieostro. Spowodowane jest to tym, że

- A. oko doznaje podrażnienia i szczypie,
- B. woda jest w nieustannym ruchu,
- C. normalne oko staje się krótkowzroczne,
- D. normalne oko staje się dalekowzroczne,
- E. soczewka oka kurczy się z powodu zimna.

■ **20.** Marsa o północy, w Tatrach, nie można zobaczyć

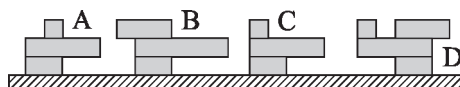
- A. na wschodzie, B. na południu,
- C. na zachodzie, D. na północy.
- E. Może być widoczny w każdej ze stron świata.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Częstotliwość promieniowania, padającego na powierzchnię metalu, zmniejszono dwukrotnie, nie zmieniając przy tym całkowitej mocy wiązki. Liczba wybitych fotoelektronów, w przybliżeniu

- A. zmalała czterokrotnie,
- B. zmalała dwukrotnie,
- C. nie zmieniła się,
- D. wzrosła dwukrotnie.
- E. Inna odpowiedź.

■ **22.** Która wieża z klocków przewróci się? Klocki różnią się tylko długością.



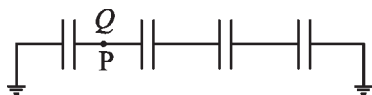
E. Żadna.

■ **23.** Pole elektryczne w próżni, którego linie są w pewnym obszarze proste i do siebie równoległe,

- A. na pewno jest w tym obszarze jednorodne,
- B. musiało zostać wytworzone pomiędzy okładkami kondensatora płaskiego,
- C. może w różnych punktach obszaru mieć różne wartości natężenia,
- D. nie może w różnych punktach obszaru mieć różnych zwrotów wektora natężenia,
- E. nie może zmieniać się w czasie.

■ 24. Cztery jednakowe kondensatory o pojemności $2\ \mu\text{F}$ połączone tak, jak pokazuje schemat. W punkcie P wprowadzamy ładunek $Q = 8\ \mu\text{C}$. Jaki potencjał, względem ziemi, uzyska punkt P?

- A. 8 V, B. 4 V, C. 3 V,
D. 2 V, E. 1 V.



■ 25. Dwa wózki o masach m i $2m$, połączone sprężyną o współczynniku sprężystości k i poruszające się bez oporów, wprawiono w drgania harmoniczne. Okres tych drgań to

- A. $2\pi\sqrt{m/k}$, B. $2\pi\sqrt{3m/2k}$,
C. $2\pi\sqrt{2m/3k}$, D. $3\pi\sqrt{m/k}$,
E. $1,5\pi\sqrt{m/k}$.



■ 26. Jednorodna obręcz stacza się bez poślizgu po równi pochyłej. Masa obręczy jest równa 10 kg, a przyspieszenie jej środka ma wartość $3\ \text{m/s}^2$. Jaką wartość ma siła tarcia obręczy o podłoże?

- A. 60 N, B. 30 N,
C. 15 N, D. zero.
E. Nie da się obliczyć bez znajomości współczynnika tarcia.

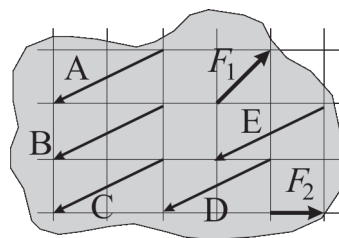
■ 27. Pęd cząstki relatywistycznej wzrósł trzykrotnie, a całkowita energia dwukrotnie. Prędkość cząstki wzrosła zatem

- A. o 20%, B. o 25%,
C. o 50%, D. o 66,7%.
E. Opisana sytuacja nie jest możliwa.

■ 28. Dwie zwojnice podłączono równolegle do źródła stałego napięcia, przy czym druga jest dokładną kopią pierwszej w skali 2:1. Pola magnetyczne wewnątrz zwojnic można z dobrym przybliżeniem uznać za jednorodne. Wartości indukcji pola magnetycznego w zwojnicach spełniają

- A. $B_1 = 4B_2$, B. $B_1 = 2B_2$,
C. $B_1 = B_2$, D. $B_1 = B_2/2$,
E. $B_1 = B_2/4$.

■ 29. Do płaskiej nieregularnej płytki przyłożono siły F_1, F_2 , jak pokazuje rysunek. Którą z sił należy dodatkowo przyłożyć, aby płytka pozostawała w równowadze?



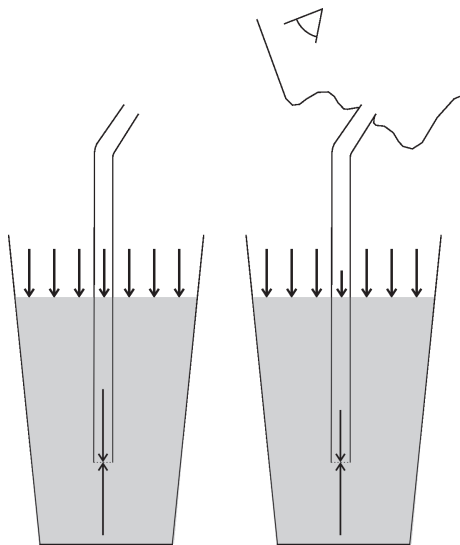
■ 30. Ze statku, oddalającego się w linii prostej od portu ze stałą prędkością, wysłano gołębia pocztowego, a godzinę później – drugiego gołębia. Gołębie dotarły do portu w odstępie 72 minut. Ile razy prędkość gołębia pocztowego jest większa od prędkości statku? Pogoda jest bezwietrzna.

- A. 6. B. 5. C. 4. D. 3.
E. Jest za mało danych, by to określić.

Klasy 1–2 gimnazjum

■ 1. Oba zwierzątka wystartowały w tym samym momencie i zakończyły bieg równocześnie, więc ich bieg trwał tak samo długo (tylko przebyte odległości były różne). **Odpowiedź C.**

■ 2. Dopóki nie wciągamy płynu, w zanurzonej rurce panuje równowaga ciśnień (i sił parcia). Przy dolnym wylocie rurki na płyn wywierane jest – jednakowo z dołu i z góry – ciśnienie równe ciśnieniu atmosferycznemu, nieznacznie powiększonemu o ciśnienie hydrostatyczne cieczy nad tym wylotem. Wciągając napój, obniżamy ciśnienie powietrza w ustach do wartości mniejszej od ciśnienia atmosferycznego, przez co zaburzamy tę równowagę. Wskutek tego powstaje różnica sił parcia: siła działająca na płyn u dolnego wylotu rurki, wywołana ciśnieniem atmosferycznym i hydrostatycznym, staje się większa od siły działającej na ten płyn od strony ust i napój zostaje przepchnięty do góry. „Pierwszą przyczyną” tego ruchu było więc działanie ciśnienia atmosferycznego na powierzchnię płynu, a w języku sił – parcie atmosfery na tę powierzchnię. **Odpowiedź D.** (Uwaga: różnice długości strzałek na rysunku ilustrują różnice ciśnień w sposób przesadny, bez zachowania realistycznych proporcji).



■ 3. Hel ma gęstość znacznie (ponad 7 razy) mniejszą od powietrza, więc baloniki wypełnione helem unoszą się do góry, pod działaniem siły wyporu powietrza, jeśli tylko nie utrudniają tego inne siły. Zastosujmy metodę wykluczania: Helu nie ma na pewno w balonikach A i D, bo uniosły-

by się – A pod sufit, D na tyle, na ile pozwala nitka. Hel może być w baloniku B, ale nie musi, bo sama nitka utrzymuje go pod sufitem. Hel musi być w baloniku C, inaczej nie byłoby siły, która napięła nitkę. Z treści zadania wiemy, że hel znajduje się tylko w jednym baloniku, wybieramy więc balonik i **odpowiedź C.**

■ 4. Przymiotnik „naddźwiękowy” odnosi się do prędkości samolotu. **Odpowiedź B.**

■ 5. Błysk i dźwięk wyładowania atmosferycznego powstają niemal równocześnie. Ale dźwięk rozchodzi się w powietrzu z prędkością około 330 m/s, a światło – około 300 000 km/s. Dlatego – jeśli tylko piorun nie strzelił zbyt blisko nas, obserwujemy wyraźny czasowy odstęp między spostrzeżeniem błysku, a usłyszeniem grzmotu. Można z grubsza oszacować odległość wyładowania w kilometrach, mnożąc przez trzy liczbę sekund dzielącą błysk od grzmotu. **Odpowiedź D.**

■ 6. Po Słońcu, gwiazdą o największej obserwowanej jasności jest Syriusz, z gwiazdozbioru Wielkiego Psa, zwany też Psią Gwiazdą albo Kanikulą (po łacinie słowo „Canicula” jest nazwą tej gwiazdy, znaczy też „suczka”). W Polsce Syriusz jest widoczny przez całą zimę, poniżej i trochę na lewo od gwiazdozbioru Oriona. Księżyc, Wenus i Wielka Niedźwiedzica to nie gwiazdy (Wenus jest planetą, a Wielka Niedźwiedzica gwiazdozbiorem), a Gwiazda Polarna ma jasność wielokrotnie mniejszą od Syriusza. **Odpowiedź D.**

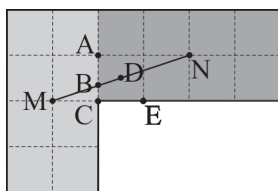
■ 7. Ktokolwiek gotował jajko, wie, że jajko (świeże!) w wodzie tonie, unosząc się jednym końcem trochę do góry. Mocno posolona woda ma jednak większą gęstość i jajko może w niej pływać. Utonie z powrotem, gdy dolejemy wody, najlepiej destylowanej. Poprawna jest **odpowiedź E.** Sposoby A–C tylko zwiększyłyby gęstość wody, ułatwiając pływanie, a sposób D niczego by nie zmienił, bo prawo Pascala zapewnia, że ciśnienie działające na jajko zwiększyłoby się jednakowo ze wszystkich stron.

■ 8. Nazwa „promy kosmiczne” jest używana do pojazdów latających na orbicie i z powrotem. Obecnie najczęściej promy te zaopatrują Międzynarodową Stację Kosmiczną ISS, latały też wielokrotnie z misją reperatury i konserwacji teleskopu Hubble’a. **Odpowiedź B.**

■ 9. Zarówno podczas startu, jak lądowania, pożądana jest możliwie największa siła nośna, a tę zapewnia samolotom (a także np. skoczkom narciarskim) wiatr wiejący w stronę przeciwną do ich ruchu. **Odpowiedź A.** Startowanie lub lądowanie z wiatrem wymagałoby większej prędkości samolotu względem ziemi, a w konsekwencji znacznie dłuższego pasa startowego.

■ 10. Ruch wirowy Ziemi powoduje dla obserwatora ziemskiego pozorny ruch wszystkich ciał niebieskich po łukach okręgów mających wspólną oś (zwaną osią świata), przebiegającą niebo (dokładniej – obserwowaną sferę niebieską) w pobliżu Gwiazdy Polarnej (punkt ten nazywa się północnym biegunem nieba) i nachyloną do płaszczyzny horyzontu pod kątem równym szerokości geograficznej. Wszystkie gwiazdy, a więc i Słońce, mają na niebie tory jednakowo nachylone do powierzchni Ziemi, pod kątem zależnym tylko od szerokości geograficznej miejsca obserwacji (wynoszącej w Polsce od $49^{\circ}00'$ do $54^{\circ}50'$). Słońce ma oprócz tego pozorny ruch roczny, wywołany obrotem Ziemi wokół Słońca. Podczas tego ruchu, wskutek nachylenia osi ziemskiej do jej orbity wokółsłonecznej, zmienia się maksymalna wysokość Słońca (tak astronomowie nazywają kąt mierzony od horyzontu do punktu, w którym na niebie widać Słońce), ale nie zmienia się nachylenie jego toru do płaszczyzny horyzontu. **Odpowiedź B.**

■ 11. Najlepiej podzielić w myśli płytkę na 2 prostokąty po 8 krutek, lewy-pionowy i prawy-poziomy (rysunek). Środek ciężkości lewego prostokąta leży w punkcie M, środek ciężkości prawego – w punkcie N. Ponieważ masy obu prostokątów są jednakowe, środkiem ciężkości całej płytki jest środek odcinka MN. **Odpowiedź D.**



■ 12. Podczas zamarzania masa się nie zmienia, więc objętość rośnie tyle samo razy, ile maleje gęstość. **Odpowiedź D.** Przy okazji: odpowiedź „o 10/9 razy” nie ma sensu. Mówimy „wzrost o x ” w przypadku dodania x ; mówimy „wzrost y razy” w przypadku pomnożenia przez y .

■ 13. Rok 44 p.n.e. można by liczyć jako rok minus 44, gdyby nie pewien drobiazg: nie było roku zerowego! Po roku 1 p.n.e. liczymy od razu rok 1 n.e. Jeśli obliczamy odległość czasową przez odejmowanie dat, traktując lata p.n.e. jako liczby ujemne, należy odjąć jeszcze jeden rok: $2010 - (-44) - 1 = 2053$. **Odpowiedź B.**

■ 14. Stała Hubble’a jest stosunkiem prędkości do odległości, więc mierzona jest w jednostkach, które są odwrotnością jednostki czasu: $\left[\frac{\text{droga}}{\text{czas}} \right] = \left[\frac{1}{\text{czas}} \right]$. W oczywisty sposób nadawałby się zatem jednostki podane w odpowiedzi D i E. Ale także C, ponieważ dzieląc prędkość w km/h przez odległość w latach świetlnych otrzymamy właśnie $\frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{h}}{\text{ly}} = \frac{\text{km}}{\text{h} \cdot \text{ly}}$. I podobnie A: prędkość w km/s dzielimy przez odległość w megaparsekach. Jedynie $\frac{1}{\text{AU}}$, nie można przedstawić jako odwrotności jednostki czasu. **Odpowiedź B.** Dodajmy, że zwyczajowo używa się $\frac{\text{km}}{\text{s} \cdot \text{Mpc}}$ jako jednostki stałej Hubble’a; wtedy dzisiejsza wartość H to około 70.

■ 15. Gdy dolewamy wody do jednego z ramion rurki, poziom wody podnosi się także w drugim i w obu ramionach pozostaje taki sam. Można więc dolać tyle wody, ile zmieści się w OBU ramionach rurki, od poziomu obecnego do wylotu: $2 \cdot 15 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm}^2 = 300 \text{ cm}^3$. **Odpowiedź D.**

■ 16. Niech d oznacza liczbę godzin, o jaką różnią się wskazania zegarów w X i Y: w X jest to wskazanie o d późniejsze niż w Y. Czas przelotu samolotu jest w obie strony taki sam; oznaczmy go T . Dwie godziny od 8 do 10 to czas przelotu zmniejszony o d : $T - d = 2$. Sześć godzin od 12 do 18 to czas przelotu zwiększony o d : $T + d = 6$.

Otrzymaliśmy układ równań:
$$\begin{cases} T - d = 2 \\ T + d = 6 \end{cases}$$

Rozwiązując go, otrzymamy $T = 4$, $d = 2$. Nas interesuje jedynie $d = 2$. **Odpowiedź D.**

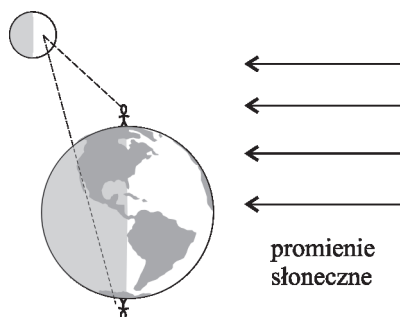
Szybsze byłoby rozumowanie na skróty: jeśli dwie godziny od 8 do 10 to czas przelotu zmniejszony o d , a sześć godzin od 12 do 18 to czas przelotu zwiększony o d , to $6 \text{ h} - 2 \text{ h} = 4 \text{ h}$ jest podwojoną wartością d . Stąd $d = 2$.

■ 17. Skoro wszystkie rozmiary (długość, szerokość i wysokość) prostopadłościanu zmalały 2 razy, to jego objętość zmalała 8 razy. Dyziowi

została więc zaledwie jedna ósma początkowej ilości przysmaku. W ciągu 7 minut zjadł zatem siedem ósmych loda, a na zjedzenie pozostałej jednej ósmej zużyje 1 minutę. **Odpowiedź B.**

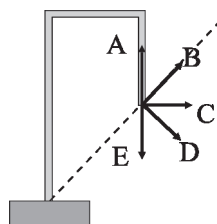
■ 18. Przez pojedynczy mały otworek cała woda nigdy nie wyleci, bo na jej miejsce musi się ktoś dostać powietrze. Dlatego potrzebny jest drugi otwór, właśnie dla wpuszczenia powietrza. Ale wyżej niż pierwszy, więc nie 4. Tyle chyba powinna mówić intuicja. Porządne fizyczne wyjaśnienie jest następujące: woda przestała płynąć, gdy ciśnienie w butelce obniżyło się tak, że ciśnienie wody w punkcie O zrównało się z ciśnieniem atmosferycznym. Od tej chwili suma hydrostatycznego ciśnienia wody w punkcie O i ciśnienia powietrza w butelce nad wodą była już równa ciśnieniu atmosferycznemu. Gdyby przedziurawiono butelkę w punkcie 4, to spełniony byłby ten sam warunek równowagi, więc ani woda nie wypływałaby, ani powietrze nie wchodziłoby do butelki. W pozostałych punktach wysokość słupa wody i jej ciśnienie hydrostatyczne są mniejsze (w punkcie 1 w ogóle nie ma wody), więc przez dziurkę wpływałoby do butelki powietrze, co zwiększałoby ciśnienie powietrza nad wodą umożliwiając wypływanie wody przez otwór O. **Odpowiedź B.**

■ 19. Zbliżony problem pojawił się w zadaniu 20 na tym samym poziomie w zeszłym roku. Możemy użyć nawet tego samego rysunku, co w rozwiązaniach Lwiątko 2009. Gdy Księżyc jest w pierwszej kwadrze, część widoczna z Ziemi oświetlona jest w połowie (skierowanej do Słońca). Linia oddzielająca jasną połowę od ciemnej (tzw. terminator) ma w przybliżeniu kierunek zbliżony do południkowego. Ta sama część Księżyca może być widziana jako prawa przez mieszkańców półkuli północnej, a jako lewa przez mieszkańców półkuli południowej – kto nie wierzy, niech nie staje na głowie, tylko raczej obróci rysunek. W okolicach równikowych można mieć Księżyc pionowo nad głową i wtedy w ogóle dy-



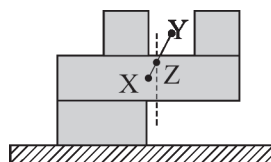
lematu prawa-lewa nie da się rozstrzygnąć. **Odpowiedź E.**

■ 20. Nieruchoma jest podstawa drutu, wszystkie inne wymiary wzrastają tyle samo razy, tak jakbyśmy powiększali rysunek, trzymając punkt zamocowania drutu w jednym miejscu. Wtedy inne punkty rysunku przemieszczają się wzdłuż prostych przechodzących przez punkt zamocowania. **Odpowiedź B.**



■ 21. W takich zadaniach zakłada się z reguły (choć nie napisaliśmy tego wprost), że bloczki mogą obracać się bez oporów. Siła naprężenia liny ma wówczas taką samą wartość po obu stronach bloczka. Bloczek środkowy jest więc ciągnięty ku górze siłą $2F$ (bo lina ciągnie go z obu stron) i z taką też siłą ciągnie on drugą linę. Na dolny bloczek działa więc siła $4F$. Skoro $4F$ równoważy ciężar odpowiadający masie 60 kg, czyli 600 N, to $F = 150$ N. **Odpowiedź D.**

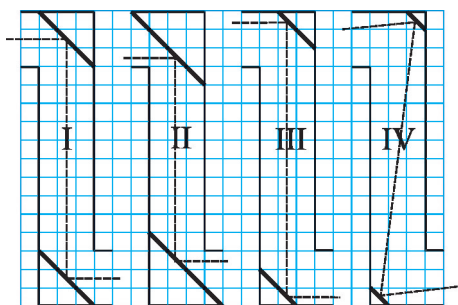
■ 22. Przewróci się ta budowla, w której linia pionowa poprowadzona przez środek ciężkości którejkolwiek nieumocowanej części nie przechodzi przez żaden z punktów podparcia tej części. Warunek ten spełnia tylko wspólny środek ciężkości trzech górnych klocków wieży A. Wspólny środek ciężkości tych trzech klocków to punkt Z na rysunku (X jest środkiem ciężkości II piętra, a Y środkiem ciężkości III piętra, dwa razy lżejszego):



■ 23. W zadaniu nie napisano, czy prędkość podczas pierwszego pomiaru była skierowana do góry, czy w dół. Jeśli do góry, to zmieniła się o 35 m/s, jeśli w dół, to tylko o 25 m/s. Nie można więc na podstawie podanej informacji obliczyć przyspieszenia. **Odpowiedź E.** Autorzy zadań są i wyrafinowani, i złośliwi.

■ 24. Aby ciecz była w równowadze, siły działające na ciecz w najniższej części rurki powinny równoważyć się, czyli słup cieczy powinien mieć w sumie tę samą wysokość w obu ramionach rurki (ciężar powietrza jest pomijalnie mały). Ten warunek spełnia tylko **położenie C**.

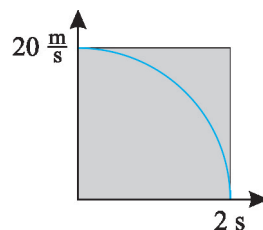
■ 25. Skoro peryskopy można przechylać, to nie jest istotne, pod jakim kątem promień światła latarni wchodzi do peryskopu, byle by wyszedł z niego z drugiej strony. Nietrudno przekonać się, rysując odpowiednie promienie (i pamiętając, że kąt odbicia od zwierciadła jest równy kątowi padania), że warunek ten spełnia nawet peryskop IV.



■ 26. Temperatura cieczy ma wzrosnąć o 14°C , a wody – zmaleć o 6°C , więc ilość ciepła potrzebna do takiej zmiany temperatury wynosi: dla kilograma cieczy $2400 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})\cdot 1 \text{ kg}\cdot 14^{\circ}\text{C} = 33600 \text{ J}$, a dla kilograma wody $4200 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})\cdot 1 \text{ kg}\cdot 6^{\circ}\text{C} = 25200 \text{ J}$. Stosunek masy cieczy do masy wody powinien więc wynosić $25200:33600 = 3 : 4$. **Odpowiedź D**. W zestawach konkursowych do tego zadania zakradł się błąd – ciepło właściwe cieczy podano w złych jednostkach. Zgodnie z Lwiątkowym zwyczajem, zadanie zostało unieważnione, a każdy z uczestników otrzymał za nie 5 pkt. Tutaj dyskutujemy zadanie już w wersji poprawionej.

■ 27. Do rozwiązania niech posłuży zasada, że droga jest polem pod wykresem prędkości. Tutaj będzie to pole ćwiartki koła, tylko... o jakim promieniu? Na osi czasu są to 2 sekundy, na osi prędkości – to inna wartość, równa 20 m/s , bo skale (i jednostki) na osiach są różne. Z polem

kwadratu (rysunek) nie byłoby problemu – niezależnie od tego, jakie są skale osi, pozostaje on prostokątem, a więc pole obliczilibyśmy mnożąc długości boków: bok poziomy 2 s razy bok pionowy $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ daje 40 m . A pole ćwiartki koła ma się do pola kwadratu jak π do 4. Zatem szukana droga to $\frac{\pi}{4} \cdot 40 \text{ m} \approx 31,4 \text{ m}$. **Odpowiedź C**.

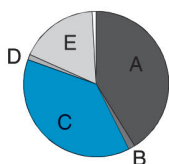


■ 28. Przeliczmy: $270 \text{ km/h} = 75 \text{ m/s}$. Używanie tej prędkości w ciągu 30 s oznacza przyspieszenie $\frac{75 \text{ m/s}}{30 \text{ s}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Nadanie takiego przyspieszenia masie $200\,000 \text{ kg}$ wymaga siły $200\,000 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ m/s}^2 = 500\,000 \text{ N} = 500 \text{ kN}$. **Odpowiedź B**.

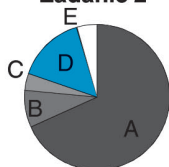
■ 29. Energia kinetyczna planetoid (o masie m każda) przed zderzeniem w jednostkach np. $\text{kg}\cdot\text{km}^2/\text{s}^2$ (czyli w megadżulach) wynosi $m(2^2 + 4^2)/2 = 10m$. Maksymalnie dużo energii zamieni się w energię wewnętrzną np. wtedy, gdy szczątki planetoid skleją się w jedno ciało (takie zderzenie nazywamy doskonale niesprężystym). Będzie ono poruszać się z prędkością 1 km/s w stronę, w którą leciała szybsza planetoida, zatem będzie miało energię kinetyczną $2m\cdot 1^2/2 = m$. Jest to 10% energii kinetycznej sprzed zderzenia. Zatem największa możliwa strata energii kinetycznej na rzecz energii wewnętrznej to 90%. **Odpowiedź D**. Ta maksymalna strata zrealizuje się zawsze, gdy szczątki planetoidy po zderzeniu nie będą poruszały się względem siebie.

■ 30. Drugi gołąb leciał do brzegu z odległości mniejszej niż pierwszy. Na przebycie różnicy tych odległości pierwszy gołąb potrzebował 15 minut, a statek godzinę. Prędkość gołębia jest więc 4 razy większa od prędkości statku. **Odpowiedź B**.

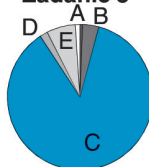
Zadanie 1



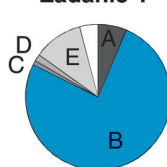
Zadanie 2



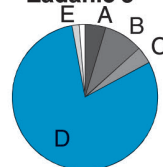
Zadanie 3



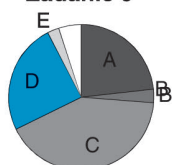
Zadanie 4



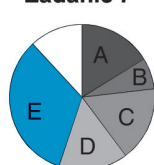
Zadanie 5



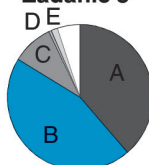
Zadanie 6



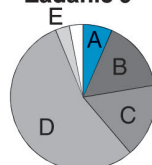
Zadanie 7



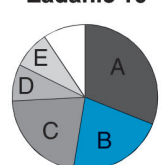
Zadanie 8



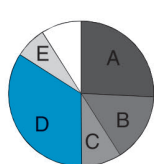
Zadanie 9



Zadanie 10



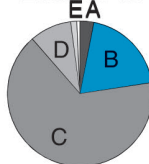
Zadanie 11



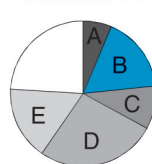
Zadanie 12



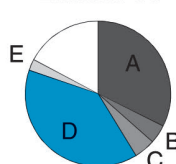
Zadanie 13



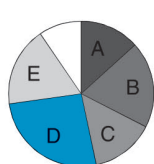
Zadanie 14



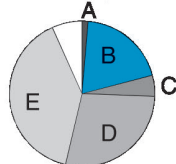
Zadanie 15



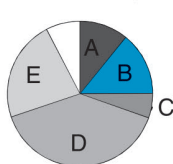
Zadanie 16



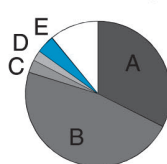
Zadanie 17



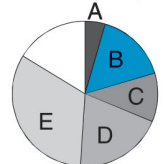
Zadanie 18



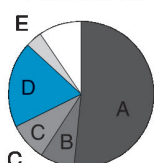
Zadanie 19



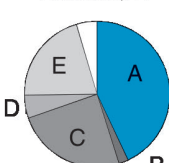
Zadanie 20



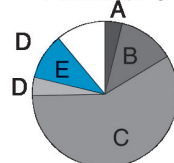
Zadanie 21



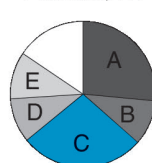
Zadanie 22



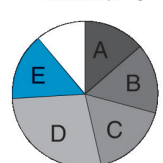
Zadanie 23



Zadanie 24



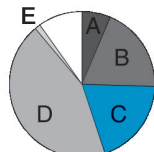
Zadanie 25



Zadanie 26



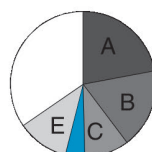
Zadanie 27



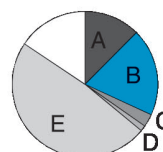
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



Klasy 3 gimnazjum

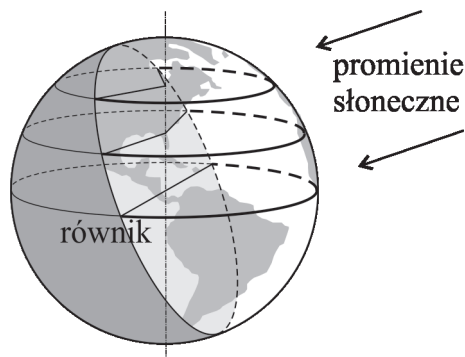
■ 1. Oba zwierzątka wystartowały w tym samym momencie i zakończyły bieg równocześnie, więc ich bieg trwał tak samo długo (tylko przebyte odległości były różne). **Odpowiedź C.**

■ 2. Siłę skierowaną ku górze, z jaką ciecze i gazy działają na zanurzone w nich ciała, nazywamy siłą wyporu. **Odpowiedź C.**

■ 3. Wartość siły wyporu przekracza wartość siły ciężenia, gdy gęstość zanurzonego ciała jest mniejsza od gęstości ośrodka. **Odpowiedź D.** O siłę wyporu mówi słynne prawo Archimidesa i nasze pierwsze zdanie jest wnioskiem z tego właśnie prawa. Zachęcamy do samodzielnego wprowadzenia tego wniosku.

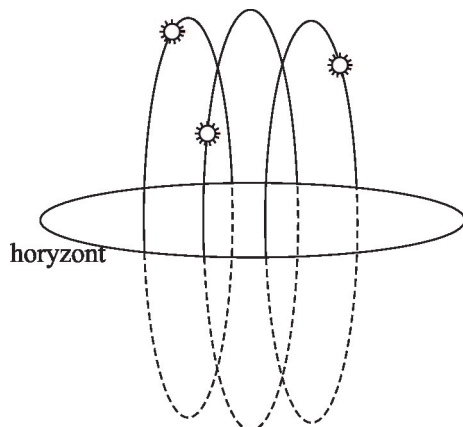
■ 4. Woda wypływa, gdy w otworze jej ciśnienie jest większe od ciśnienia atmosferycznego. Ze szczelnie zamkniętej i całkowicie wypełnionej butelki woda nie będzie ciec przez żaden pojedynczy otwór, bo ciśnienie hydrostatyczne słupa wody w butelce będzie zawsze mniejsze od ciśnienia atmosferycznego (butelka musiałaby mieć ponad 10 m wysokości, by było inaczej). **Odpowiedź E.** W praktyce zdarza się, że po wyciągnięciu igły wypływa parę kropeł, z powodu sprężystości ścian butelki, zachowującej się w tym momencie jak nadmuchany balon.

■ 5. **Odpowiedź A.** Oświetlona, czyli „dzienna” część powierzchni kuli ziemskiej jest zawsze półsfery. Długość dnia związana jest z tym, jak duża część danego równoleżnika zawiera się w tej półsfery. Gdy chodzi o równik, w każdej półsfery, której nie jest on krawędzią, zawiera się dokładnie jego połowa (rysunek). Ponieważ ruch wirowy Ziemi jest jednostajny, oznacza to, że dowolny punkt na równiku jest oświetlony do-



kładnie przez pół doby (słonecznej), czyli przez 12 godzin. **Odpowiedź A.**

Dla równikowego obserwatora wygląda to w różnych porach roku tak:



■ 6. Kilo = 1000, godzina 3600 s. Zatem 1 kilowatogodzina (kWh) = 1000 3600 watosekund (Ws), a watosekunda to džul. **Odpowiedź E.**

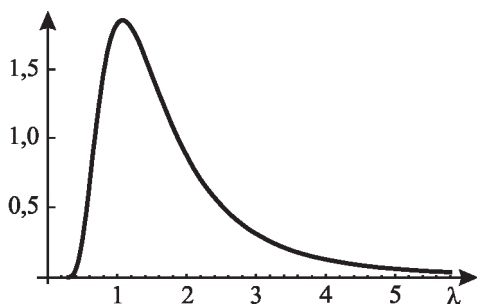
■ 7. Księżyc obraca się wokół Ziemi w płaszczyźnie zbliżonej do płaszczyzny obrotu Ziemi wokół Słońca (tzw. ekliptyki). W okolicach podbiegunowych, podczas nocy polarnej, Księżyc w pobliżu pełni może być (choć nie zawsze jest) widoczny przez całą dobę, podobnie jak Słońce podczas dnia polarnego. **Odpowiedź C.**

■ 8. Jeśli wciągamy wózek po równi ruchem jednostajnym, a nie ma sił oporu, to musimy zrównoważyć tylko składową siły ciężenia równoległą do równi. Jeśli wózek opuszczamy ruchem jednostajnym, mamy do zrównoważenia dokładnie tę samą siłę. **Odpowiedź C.**

■ 9. Ziemia obraca się z zachodu na wschód, chowanie się Słońca za horyzont jest tego skutkiem. Poruszając się na wschód względem Ziemi, uciekamy Słońcu jeszcze szybciej. **Odpowiedź A.**

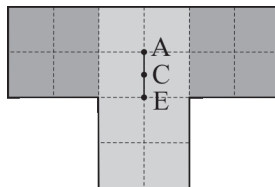
■ 10. **Odpowiedź A.** W miarę wzrostu temperatury kolor rozżarzonych ciał zmienia się od czerwonego do białego, nawet z odcieniem niebieskawym. Wolframowe włókno żarówki świeci prawie białą, z lekkim odcieniem żółtawym, a jest to wolfram jeszcze w stanie stałym.

Dla żądnych wiedzy dodajmy, że roztopiony wolfram ma temperaturę ponad 3300°C. Długość fali, dla której natężenie promieniowania wysyłanego przez gorące ciała jest największe (w przeliczeniu na jednostkę tej długości), $\lambda_{\max}$, mierzona w metrach, dana jest tzw. prawem Wiena: $\lambda_{\max} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T}$, gdzie T jest temperaturą bezwzględną w kelwinach. Obliczenie $\lambda_{\max}$ dla naszego wolframu w pierwszej chwili zaskakuje. Przy $T = 3600$ K otrzymujemy $\lambda_{\max} \approx 800$ nm - czerwony kraniec pasma widzialnego. Dla świecącego włókna zwykłej domowej żarówki (T od 2000 K do 3000 K) mamy $\lambda_{\max}$ powyżej 1000 nm, czyli już podczerwień. Czemu zatem żarówka świeci prawie biało? Otóż tzw. widmo promieniowania żarówki (por. wykres), mimo maksimum natężenia w zakresie podczerwonym, posiada „część widzialną” dostatecznie silną, by wymieszane wszystkie barwy tęczy dały w efekcie wrażenie białości. Część podczerwona ma niestety konsekwencje... ekonomiczne. Większość energii (ponad 90%) żarówka rozprasza w formie ciepłej, krótko mówiąc, grzeje. A umieszczenie źródła ciepła pod sufitem nie jest dobrym pomysłem na ogrzewanie domu, nie mówiąc już o tym, że od grzania są w mieszkaniach raczej kaloryfery...



Rys. Energia na jednostkę długości fali (w dżulach na mikrometr), wysyłana przez 1 milimetr kwadratowy drucika żarowego o typowej temperaturze 2700 K, jako funkcja długości fali wyrażonej w mikrometrach. Jak widać, najwięcej energii przypada na światło o długości fali trochę większej od 1 μm, a więc już w podczerwieni – niewidocznej dla oka, ale odczuwanej jako ciepło. Całkiem spora ilość energii jest jednak wysyłana w postaci fal o długości od 0,4 μm do 0,7 μm, a więc mieszaniny wszystkich kolorów, od fioletu po czerwień. W sumie dają one światło nieco żółtawe w porównaniu z bielą światła dziennego, bo temperatura powierzchni Słońca to około 5800 K.

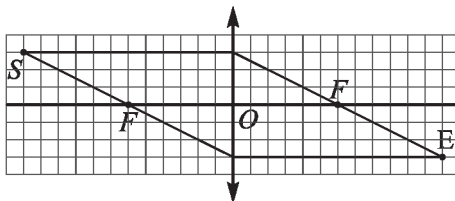
■ **11.** Do wyznaczenia środka ciężkości najwygodniej podzielić płytkę na dwie części po 8 kratek, czyli o jednakowej masie: środkowy pionowy prostokąt i parę „skrzydełek” po 4 kratki. Środek ciężkości pary „skrzydełek” leży w punkcie A, środek ciężkości pionowego prostokąta – w punkcie E. Środek ciężkości całej płytki leży zatem w połowie odcinka AE, czyli w **punkcie C**.



■ **12.** Z podanego wzoru wynika, że moduł Younga jest dany wzorem $E = \frac{l \cdot F}{S \cdot \Delta l}$. Podstawiając do tego wyrażenia jednostki siły, długości (te się skrócą!) i powierzchni otrzymujemy jednostkę modułu Younga: N/m², czyli paskal (Pa). **Odpowiedź D.**

■ **13.** O zachowaniu się skrajnej kulki decyduje siła jej oddziaływania ze środkową – druga skrajna kulka jest za daleko, by zrównoważyć oddziaływanie bliższej środkowej. Obie skrajne kulki odchylają się od kulki 2, więc mają ten sam ładunek co ona. **Odpowiedź A.**

■ **14.** Poprowadźmy promienie przechodzące przez ogniska po obu stronach (rysunek). Jak widać, obraz powstaje w **punkcie E**. Ten sam wynik dostajemy, prowadząc jeden z promieni przez środek soczewki O .



■ **15.** Z symetrii tego obwodu (względem osi poprowadzonej pionowo przez żaróweczki 2 i 3) wynika, że między końcówkami żaróweczki 2 nie ma różnicy potencjałów. To samo dotyczy żaróweczki 3. Płynące prądy nie zmieniają się zatem, gdy wyjmiemy te żaróweczki z obwodu. Zostaną wtedy żaróweczki 1 i 4, zwyczajnie podłączone do swoich baterijek, a więc świecące. **Odpowiedź C.**

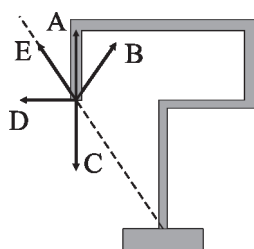
■ **16.** To bardzo złośliwe zadanie. Jeśli zapomniemy, że olej wypływa na wierzch, to – po staranych obliczeniach – wybierzemy odpowiedź C. W rzeczywistości dolewana woda spływa na dno rurki, więc można ją wypełnić całą pustą przestrzeń, czyli $210 \text{ cm}^2 \cdot 15 \text{ cm} = 300 \text{ cm}^3$ (mililitrów). **Odpowiedź D.**

■ **17.** Skoro amperomierze są idealne, to nie stawiają w ogóle oporu. Przez prawy opornik w ogóle nie płynie prąd – prąd „omija” go, płynąc w całości przez amperomierz. Jeśli opornik ten wyjmemy z obwodu, to amperomierze będą połączone szeregowo, więc popłynie przez nie prąd o takim samym natężeniu. **Odpowiedź C.**

■ **18.** Znow podchwytliwe zadanie. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że skoro kulki są jednakowe i przewodzą, to równo podzielą się ładunkiem. Pamiętajmy jednak, że ładunki poszczególnych kulek oddziałują na siebie. Wzajemne odpychanie się ładunków tego samego znaku sprawia, że w przewodniku „starają się” one być jak najdalej od siebie. Ładunek kulki 1 będzie więc mniejszy od każdego z ładunków 2, 3. **Odpowiedź E.**

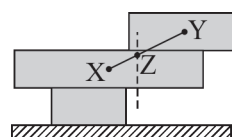
■ **19.** Fobos jest szybszy od Marsa w swoim ruchu obrotowym, zatem względem powierzchni planety porusza się w tę samą stronę co ona, czyli z zachodu na wschód. Wschodzi więc na zachodzie, a zachodzi na wschodzie. **Odpowiedź D.**

■ **20.** Nieruchoma jest podstawa drutu, wszystkie inne wymiary wzrastają tyle samo razy, tak jakbyśmy powiększali rysunek, trzymając punkt zamocowania drutu w jednym miejscu. Wtedy inne punkty rysunku przemieszczą się wzdłuż prostych przechodzących przez punkt zamocowania. **Odpowiedź E.**

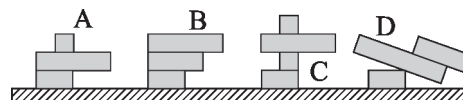


■ **21.** Jeśli bloczki nie stawiają oporu i nic nie waga, to napięcie liny jest takie samo na całej jej długości. Każda z lin ciągnie więc ciężar z siłą F , a na jedną linę przypada jedna trzecia ciężaru: $(\frac{1}{3}) \cdot 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 200 \text{ N}$. **Odpowiedź C.**

■ **22.** I sposób: Przewróci się ta budowla, w której linia pionowa poprowadzona przez środek ciężkości którejkolwiek nieumocowanej części nie przechodzi przez żaden z punktów podparcia tej części. Warunek ten spełnia tylko wspólny środek ciężkości dwóch górnych klocków **wieży D**. Wspólny środek ciężkości tych dwóch klocków to punkt Z na rysunku (X jest środkiem ciężkości II piętra, a Y środkiem ciężkości III piętra; ponieważ III piętro jest lżejsze od drugiego w stosunku 3:5, punkt Z musi dzielić odcinek XY właśnie w stosunku 3:5).



II sposób: Zawalenie się wieży zaczyna się od obrotu klocków wokół krawędzi podpierającego je klocka (rys.). Taki ruch jest analogiczny z obrotem huśtawki (bardziej uczenie – dźwigni dwustronnej) wokół jej osi. Gdy po obu stronach huśtawki ciężary (łącznie z ciężarem huśtawki) są jednakowe, a ich środki ciężkości przypadają w tej samej odległości od osi, to huśtawka na pewno jest w równowadze. Gdy po jednej stronie dołożymy dodatkowy ciężar, to huśtawka przechyli się na tę stronę (przeważy), chyba że podeprzemy ją od spodu.

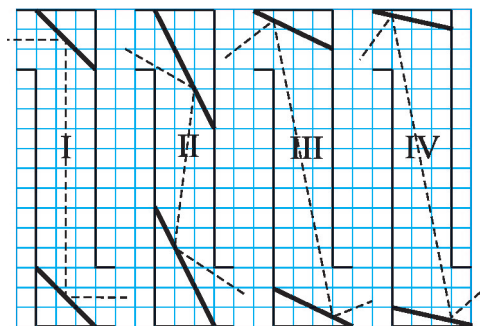


Na rysunku D huśtawką jest klocek II piętra. Położony na jej prawym ramieniu klocek III piętra waży dokładnie tyle co lewe ramie huśtawki. Co więcej, na nieobróconej huśtawce znajduje się on (a raczej jego środek) nad punktem leżącym w tej samej odległości od osi co środek lewego ramienia huśtawki, więc huśtawka byłaby w równowadze, gdyby nie... No właśnie: po prawej stronie jest jeszcze prawe ramie huśtawki, więc ta strona przeważy i wieża przewróci się. Nic takiego nie może się przydarzyć wieżom A, B i C. Jak łatwo zauważyć, w tych wieżach wszystkie huśtawki mają przeważającą stronę podpartą od spodu.

■ **23.** Doświadczenie rozpoczęło się nie wcześniej niż o 10:15 i wcześniej niż o 10:16, zakończyło się nie wcześniej niż o 10:45 a wcześniej niż o 10:46. Doświadczenie trwało więc krócej niż $46-5 = 31$ minut, a dłużej niż $45-16 = 29$ minut. **Odpowiedź B.**

■ **24.** Oznaczmy przez V objętość klocka, przez d jego gęstość, a przez g przyspieszenie ziemskie. Siła wyporu ze strony roztworu to $2000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,6 \cdot V \cdot g$. Ze strony wody natomiast: $1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,4 \cdot V \cdot g$, w sumie $1600 \text{ kg/m}^3 \cdot V \cdot g$. Ciężar klocka to $d \cdot V \cdot g$. W stanie równowagi siły wyporu równoważą ciężar, więc $d = 1600 \text{ kg/m}^3$. **Odpowiedź D.**

■ **25.** Rysując odpowiednie promienie, bez trudu możemy się przekonać, że można patrzeć przez wszystkie peryskopy, chociaż nie wszystkie obejmują jednakowe pole widzenia. **Odpowiedź E.**



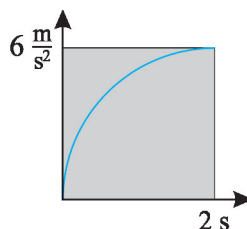
■ **26.** Stała siła zapewnia stałe przyspieszenie, więc w jednostce czasu prędkość zmniejsza się zawsze o tę samą wartość. Jeśli samochód jedzie dwa razy szybciej, to czas wytracenia prędkości do zera jest dwa razy dłuższy. **Odpowiedź A.** Droga hamowania będzie zaś cztery razy dłuższa, gdyż jest ona proporcjonalna do kwadratu czasu. Wynika to z faktu, że energia kinetyczna samochodu przy dwa razy większej prędkości jest cztery razy większa. Do jej zamiany na pracę potrzeba jest, przy tej samej sile, cztery razy większa droga.

■ **27.** W ciągu pierwszych 2 minut ogrzano ciało od 20°C do 80°C , czyli o 60°C . Do takiego ogrzania 1 kg substancji potrzeba $1000 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)} \cdot 1 \text{ kg} \cdot 60^\circ\text{C} = 60 \text{ kJ}$ energii. Zatem w przeliczeniu na 1 kg substancja otrzymywała 30 kJ energii na minutę. Skoro topnienie trwało 6 minut, to na kilogram przypadało $6 \cdot 30 \text{ kJ} = 180 \text{ kJ}$. **Odpowiedź C.**

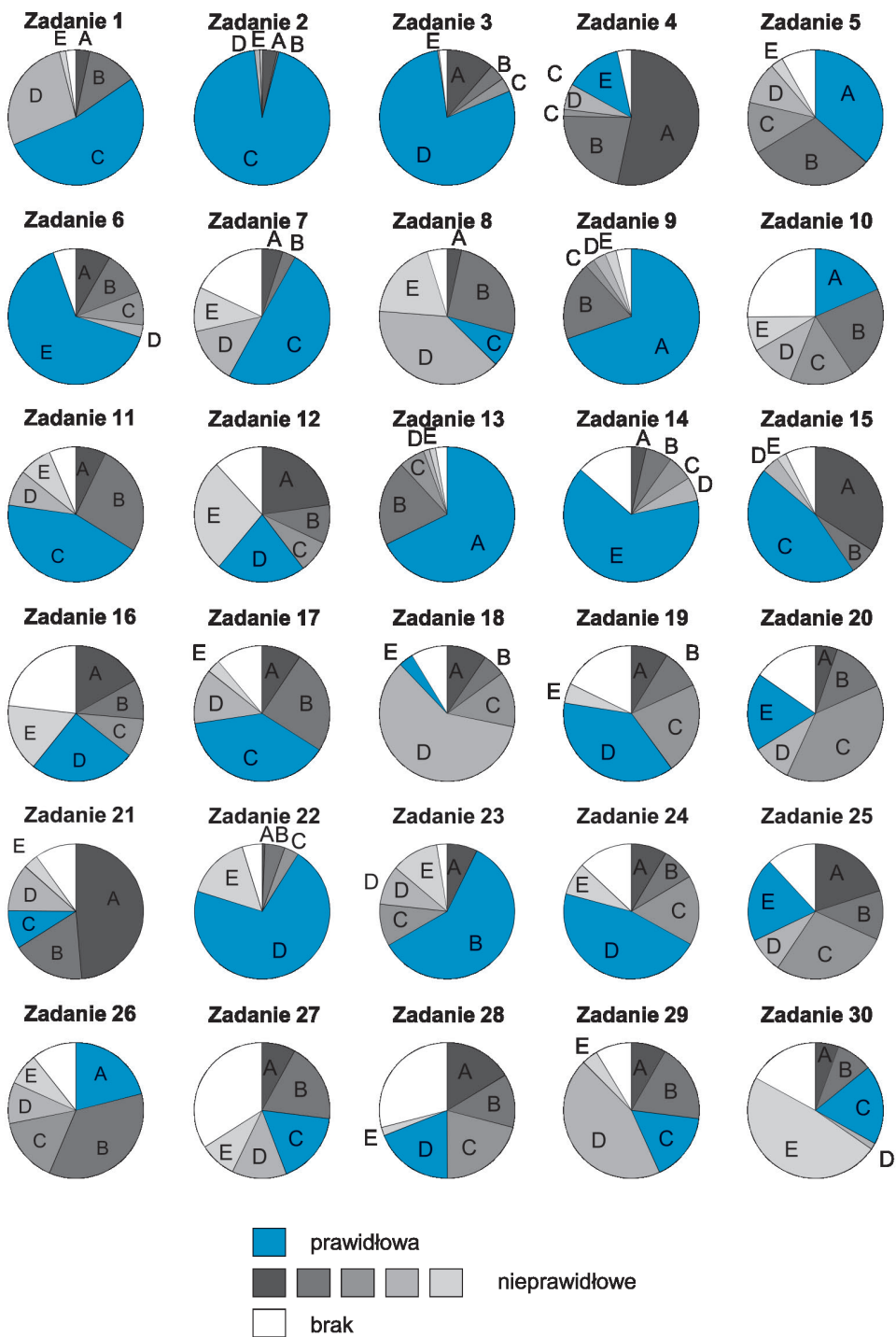
■ **28.** $100 \text{ km/h} \approx 27,8 \text{ m/s}$, stąd energia kinetyczna samochodu wynosiła pod koniec przyspieszania około 386 kJ i taką właśnie pracę wykonał samochód, przyspieszając. Średnia moc jest równa tej pracy podzielonej przez czas jej wykonywania: $386 \text{ kJ/s} \approx 77 \text{ kW}$. **Odpowiedź D.**

■ **29.** W ruchu prostoliniowym przyrost prędkości jest równy polu pod krzywą przyspieszenia (podobnie jak droga jest w tym ruchu równa polu pod krzywą prędkości). Tutaj będzie to pole ćwiartki koła, tylko... o jakim promieniu? Na osi czasu są to 2 sekundy, na osi prędkości – to inna wartość, równa 6 m/s , bo skale (i jednostki) na osiach są różne. Z polem kwadratu (rysunek) nie byłoby problemu: niezależnie od tego, jakie są skale osi, pozostaje on prostokątem, a więc pole obliczilibyśmy mnożąc boki: bok poziomy 2 s razy bok pionowy $6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ daje $12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. A pole ćwiartki koła ma się do pola kwadratu jak π do 4. Zatem szukana prędkość to $\frac{\pi}{4} \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 9,42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odpowiedź C.



■ **30.** Drugi gołąb leciał do brzegu z odległości mniejszej niż pierwszy. Na przebycie różnicy tych odległości pierwszy gołąb potrzebował 12 minut, a statek jednej godziny. Prędkość gołębia jest więc 5 razy większa od prędkości statku. **Odpowiedź C.**



Klasy I liceum i technikum

■ 1. Wszystkie zwierzątka wystartowały z tego samego punktu startowego i przybiegły do tej samej mety, więc i droga przez nie przebyta była jednakowa. **Odpowiedź C.**

■ 2. Silnik raketowy wyrzuca strumień gorących gazów, zyskując w ten sposób pęd przeciwny do pędu wyrzuconej materii. To zjawisko nazywa się odrzutem. **Odpowiedź C.**

■ 3. O położeniu kulek w stanie równowagi decyduje przede wszystkim oddziaływanie kulki 2 z kulkami 1 i 3, bo wzajemne oddziaływanie kulek 1 i 3 jest słabsze z powodu dzielącej je większej odległości. Kulka 2 przyciąga skrajne kulki, więc ma ładunek znaku przeciwnego do ładunku obu tych kulek. **Odpowiedź B.**

■ 4. Igła nie tonie wskutek działania sił napięcia powierzchniowego. Siły te sprawiają, że powierzchnia wody zachowuje się, jak naprężona błonka: każda próba zwiększenia jej powierzchni (np. pod naciskiem położonej na wodzie igły) wywołuje sprężystą reakcję, wystarczającą do zrównoważenia ciężaru igły. Z podanych w zadaniu substancji tylko płyn do mycia naczyń ma zdolność znacznego obniżenia napięcia powierzchniowego. **Odpowiedź D.**

■ 5. Idealne amperomierze nie stawiają oporu, cały prąd płynie więc górną gałęzią, omijając oporniki. Stąd $I_1 = I_2$. **Odpowiedź D.**

■ 6. Plamy słoneczne widzimy jako ciemne miejsca dlatego, że mają niższą temperaturę od reszty powierzchni Słońca (zgodnie z prawem Stefana-Boltzmann'a natężenie promieniowania wysyłanego przez gorące ciało jest proporcjonalne do jego powierzchni i do czwartej potęgi temperatury bezwzględnej). **Odpowiedź A.** Uwaga: patrzeć na Słońce wolno tylko przez filtr mylarowy, mocno zakopcone szkło lub inny silnie pochłaniający materiał! Najlepiej na Słońce w ogóle nie patrzeć, tylko obserwować jego obraz rzucony na ekran przez lunetę lub teleskop.

■ 7. Zgodnie z prawem zachowania energii, energia kinetyczna kulki, a więc i prędkość, jest

największa w punktach, w których jej energia potencjalna jest najmniejsza. W punktach 2 i 4 kulka jest odchylona od pionu o najmniejszy kąt, jest więc w tych punktach najniżej i ma największą prędkość. Odwrotnie jest w punktach 1 i 3. **Odpowiedź B.**

■ 8. 1 wat jest zdefiniowany jako moc odpowiadająca pracy 1 dżula wykonanej w ciągu jednej sekundy: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$. Stąd watosekunda to po prostu dżul. **Odpowiedź E.**

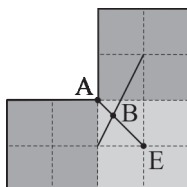
■ 9. Z podanego w zadaniu wzoru mamy $\eta = \frac{F}{6\pi r v}$. Po podstawieniu jednostek siły, długości i prędkości otrzymujemy jednostkę $\frac{\text{N}}{\text{m}^2/\text{s}} = \text{Pa} \cdot \text{s}$. **Odpowiedź A.**

■ 10. Słońce oświetla zawsze zwróconą do niego połowę kuli ziemskiej, poprawna jest więc **odpowiedź C**. Dla porządku wytłumaczmy, dlaczego pozostałe odpowiedzi są błędne. Gdy na jednej części Ziemi panuje noc, na drugiej jest dzień, więc odpowiedź A nie ma sensu. Odpowiedź B mogłaby kusić tych, co wiedzą, że to właśnie w ziemie odległość Ziemi od Słońca jest najmniejsza – wszak orbita ma kształt elipsy. Ale przy mniejszej odległości oświetlona część będzie właśnie większa – pamiętajmy, że rozmiary Słońca są dużo większe, niż Ziemi (nie mówiąc już o tym, że różnice tego rodzaju nie zasługują na obecne w B „wyrażnie”). Odpowiedź D jest błędna, bo np. w okolicach podbiegunowych równoleżnik miejsc, w których panuje polarna zima, nie jest w ogóle oświetlony, a tam gdzie panuje polarne lato, oświetlony jest cały równoleżnik. Wreszcie błędna jest odpowiedź E, bo południk to tylko połowa koła wielkiego (południk 180° to południk oddzielny, a nie część południka 0°). Czasem bywa on oświetlony prawie w całości, czasem w części, a czasem bywa w ogóle nieoświetlony, zależnie od pory dnia i roku.

■ 11. Najprościej podzielić sobie w myśli figurę na 3 kwadraty po 4 kratki: dwa „skrzydełka” i trzeci – prawy dolny – kwadrat. Wspólny środek ciężkości kwadratów-skrzydełek przypada w punkcie A. Środek ciężkości trzeciego kwadra-

tu – w punkcie E. Środek ciężkości całej figury leży więc na odcinku AE, bliżej (dwukrotnie) punktu A, bo „skrzydełka” są w sumie 2 razy cięższe od trzeciego kwadratu. **Odpowiedź B.**

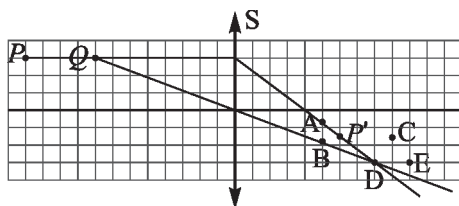
Inny sposób to podział na prostokątną podstawę (8 kratek) i górę (4 kratki). Środek masy całości musi leżeć na odcinku łączącym ich środki, a leży na nim tylko punkt B.



■ 12. W punktach A, B i C przyciąganie lewej części „cygara” jest częściowo równoważone przez przyciąganie części prawej. Tylko w punkcie D wszystkie części planety ciągną odważnik w jedną stronę. **Odpowiedź D.**

■ 13. To, czy ruch jest jednostajny, przy danym punkcie początkowym i końcowym, nie ma wpływu na wartość przemieszczenia. Nie wpływa także na długość drogi, jeśli poruszające się ciało nie zawraca, więc odpowiedź A jest fałszywa. W ruchu prostoliniowym wartość przemieszczenia jest równa drodze tylko wtedy, gdy ciało nie zawraca, więc odpowiedź B jest również fałszywa. W ruchu krzywoliniowym, nawet bez zawracania, wartość przemieszczenia jest mniejsza od drogi. Fałszywe są więc odpowiedzi C i D. Zostaje **odpowiedź E**. Dodajmy, że ta inna odpowiedź brzmi: wartość przemieszczenia jest równa drodze, gdy ruch odbywa się po prostej bez zawracania.

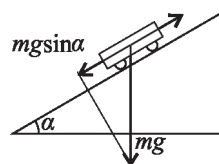
■ 14. Klasyczna konstrukcja pokazana na rysunku (prowadzimy promień przechodzący bez załamania przez środek soczewki i promień równoległy do osi optycznej, wspólny dla Q i P , zatem przechodzący za soczewką przez punkt P') jednoznacznie wskazuje, że poprawna jest **odpowiedź D**.



■ 15. Niech h będzie maksymalną wysokością słupa dolewane go oleju. Z proporcji między gęstościami oleju i wody wynika, że w stanie równowagi w drugim ramieniu poziom wody będzie o $0,8h$ wyższy niż w pierwszym. Ilość wody nie zmienia się, więc w pierwszym ramieniu jego poziom obniży się o $0,4h$, a w drugim o tyleż wzrośnie. Przy maksymalnej ilości dolanego oleju będzie on w jednym z ramion sięgał do górnej krawędzi rurki. Stąd $h = 15 \text{ cm} + 0,4h$, czyli $h = 25 \text{ cm}$. Mnożąc ten wynik przez pole przekroju poprzecznego rurki otrzymujemy **odpowiedź B**.

■ 16. Z prawa Hooke’a wynika, że ta sama siła F przyłożona do struny 2 razy dłuższej spowoduje 2 razy większe wydłużenie. Aby wydłużenie było takie same, siła powinna być 2 razy mniejsza. **Odpowiedź A.**

■ 17. Ruch wózka ma być jednostajny, więc działające na niego siły powinny równoważyć się. Między innymi siła ciągnąca wózek do góry, 250 N , powinna zrównoważyć składową siły ciężkości wzdłuż równi, równą $50 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot \sin \alpha$, gdzie α jest kątem nachylenia równi do poziomu. Stąd $\sin \alpha = \frac{1}{2}$, a tę wartość ma sinus kąta 30° . **Odpowiedź C.**

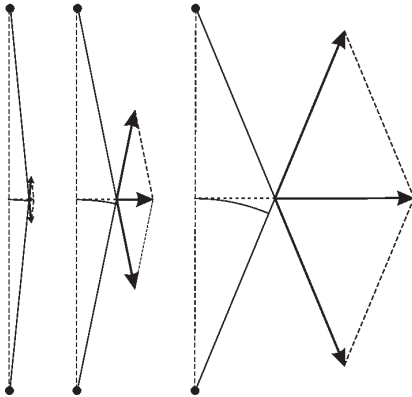


■ 18. Z symetrii układu wynika, że po obu stronach żarówki 3 potencjał ma tę samą wartość, więc prąd przez tę żarówkę nie płynie. Potencjały w obwodzie nie zmieniają się zatem, gdy tę żarówkę wyjmujemy, a wtedy pozostaną dwa rozłączne obwody; w każdym z nich będą szeregowo połączone dwie żarówki, zasilane przez baterię. **Odpowiedź D.**

■ 19. Gdy bloki nie stawiają oporu, napięcie przechodzącej przez nie liny jest na całej długości takie same. Każdy z małych dolnych bloków jest więc ciągnięty w górę siłą $2F$. Stąd na duży blok działa w górę siła $4F$ i ta siła ma zrównoważyć ciężar 400 N . Zatem $F = 100 \text{ N}$. **Odpowiedź C.**

■ **20.** Jeśli patrzymy od strony bieguna północnego, to Ziemia przesuwa się w swoim ruchu wokół Słońca w stronę przeciwną do ruchu wskazówek zegara. Po jednej dobie mieszkańcy półkuli północnej będą widzieli Słońce na tle gwiazd znajdujących się bardziej na lewo. Ponieważ Księżyc obiega Słońce wraz z Ziemią, a oprócz tego okrąża w tę samą stronę także Ziemię, przesunie się on na tle gwiazd również w lewo, bardziej niż Słońce. **Odpowiedź A.** Oczywiście Słońce na tle gwiazd można oglądać tylko podczas jego całkowitego zaćmienia, ale zawsze można obliczyć, na tle jakich gwiazd się znajduje.

■ **21.** Przyjmijmy, że guma spełnia prawo Hooke'a, a więc jej wydłużenie jest wprost proporcjonalne do siły rozciągającej. Tę siłę możemy wyznaczyć, rozkładając siłę F na składowe wzdłuż gumy. Początkowo bardzo niewielka siła F wystarcza do znacznego do rozciągnięcia gumy, stopniowo wartość siły potrzebnej do przemieszczenia środka rośnie; przy dużym rozciągnięciu dalszy przyrost siły staje się niemal wprost proporcjonalny do przemieszczenia. Te właściwości ma **wykres D**.



■ **22.** I sposób: Obliczamy sumę momentów siły ciężkości względem krawędzi, wokół której klocki mogłyby obrócić się, upadając. Dla wieży A i B będzie to prawa krawędź najniższego klocka, dla wieży D – lewa krawędź (stabilność klocka C nie budzi chyba niczyjej wątpliwości). Poprowadźmy umowną oś x poziomo, przyjmując długość najkrótszych klocków za jednostkę. Moment siły obliczamy jako masa $\cdot$ współrzędna x względem krawędzi $\cdot$ przyspieszenie ziemskie g . Dla wieży A otrzymujemy $[1 \cdot 3/2 + 5 \cdot (-1/2) + 4 \cdot 0] \cdot g = -g$. Ujemna wartość momentu oznacza, że siła cięż-

kości obróciłaby klocki w lewo, ale temu obrotowi zapobiega reszta najniższego klocka. Dla wieży B mamy $[3 \cdot (-1/2) + 4 \cdot 1 + 3 \cdot (-1/2)] \cdot g = g$. Dodatnia wartość momentu siły ciężkości oznacza, że klocki te obrócą się w prawo, a cała wieża przewróci się. Dla wieży D mamy: $[1 \cdot (-3/2) + 3 \cdot 3/2 + 5 \cdot (-1/2)] \cdot g = (1/2)g$. Tu groziłby obrót w lewo, dodatnia wartość momentu zapewnia, że taki obrót nie nastąpi. **Odpowiedź B.**

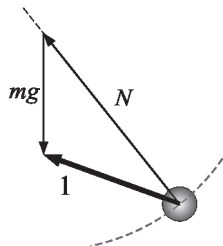
II sposób: Przewróci się ta wieża, w której pion opuszczony ze środka masy wyżej położonych klocków opada poza punktami podparcia przez klocki niższe. Przyjmijmy długość krawędzi najniższego klocka za jednostkę długości i sprawdźmy, gdzie opada pion wyższych klocków względem krawędzi najniższego. W budowlu B środek ciężkości pierwszego i trzeciego klocka od góry przypada o pół jednostki w lewo od prawej krawędzi najniższego klocka, a środek ciężkości drugiego klocka – o całą jednostkę na prawo. W sumie środek ciężkości trzech górnych klocków leżałby dokładnie nad tą krawędzią, gdyby klocki były jednakowej wielkości, ale kłoczek drugi jest dłuższy od pierwszego i trzeciego (o jednostkę), więc środek ciężkości przypada na prawo od krawędzi i wieża się przewróci. Poprawna jest więc **odpowiedź B**. Dla porównania: W podejrzanej budowlu A środek górnego klocka leży o półtorej jednostki na prawo od prawej krawędzi najniższego klocka, środek drugiego – o pół jednostki na lewo, a środek trzeciego – dokładnie nad tą krawędzią. Drugi klocek jest jednak aż 5 razy cięższy od pierwszego, więc środek ciężkości trzech górnych klocków przypada na lewo od krawędzi najniższego klocka, a wieża będzie stała. Podobne rozważania można przeprowadzić dla wieży D.

■ **23.** Doświadczenie rozpoczęło się nie wcześniej niż o 10:15 i wcześniej niż o 10:16, zakończyło się nie wcześniej niż o 10:45 a wcześniej niż o 10:46. Doświadczenie trwało więc krócej niż $46-15=31$ minut, a dłużej niż $45-16=29$ minut. **Odpowiedź A.**

■ **24.** Kulka ma na pewno niezerową składową przyspieszenia skierowaną stycznie do toru, bo jeśli porusza się w dół, to coraz szybciej, a jeśli w górę, to coraz wolniej. W położeniu innym niż maksymalne wychylenie, wahadło ma nie-

zerową prędkość, więc ma również niezerową dośrodkową składową przyspieszenia. Przyspieszenie wahadła jest więc skierowane w jednym z kierunków 1, 2 lub 3, a zgodnie z II zasadą dynamiki, taki też jest kierunek wypadkowej siły.

Odpowiedź B.



Można mieć wątpliwości, czy wektor tak „zadarty” jak 1 rzeczywiście może reprezentować wypadkową siłę. W zadaniu nie było co prawda odpowiedzi „tylko 2, 3”, ale rozstrzygnijmy kwestię odpowiednim rachunkiem. Niech α oznacza kąt odchylenia nici od pionu w dyskutowanym położeniu, zaś $\alpha_{\max}$ kąt maksymalnego odchylenia od pionu. Składowa dośrodkowa siły wypadkowej ma wartość $N - mg \cos \alpha$. A zatem

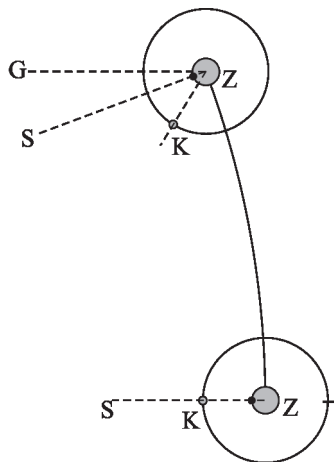
$$N - mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{l}. \text{ Zarazem, z zachowania energii, } \frac{mv^2}{2} = mgl(\cos \alpha - \cos \alpha_{\max}). \text{ Z obu równań}$$

wyliczamy $N = mg(3\cos \alpha - 2\cos \alpha_{\max})$. Biorąc $\alpha_{\max} = 90^\circ$, $\alpha = 35^\circ$ (zgodnie z rysunkiem), otrzymujemy $N \approx 2,5mg$. W przypadku 1 mamy wyraźnie mniej.

■ 25. Siła przyciągania masy m przez Ziemię to $G \cdot M \cdot m / R^2$ (G – stała grawitacyjna, M – masa Ziemi, R – jej promień). Jeśli wyrazimy ją przez gęstość Ziemi ρ (zakładając, że Ziemia jest kulą), otrzymamy $4\pi \cdot G \cdot \rho \cdot R \cdot m / 3$. Siła odśrodkowa to $(2\pi/T)^2 \cdot R$. W warunkach zadania obie siły są wprost proporcjonalne do promienia Ziemi, a więc ich stosunek od promienia nie zależy. **Odpowiedź E.**

■ 26. Moc można wyrazić jako iloczyn siły przez prędkość: $P = F \cdot v$. Jeśli samochód jedzie 1,5 razy szybciej, to siła rośnie $(1,5)^2$ razy, a moc $(1,5)^3$ razy $16 \cdot (1,5)^3 = 54$. **Odpowiedź C.**

■ 27. Przyjrzyjmy się wzajemnym położeniom Ziemi i Księżyca w odstępie 24 godzin, w układzie odniesienia całego Układu Słonecznego, od strony północnego bieguna Ziemi:



Litery Z i K oznaczają środki Ziemi i Księżyca, litera S wskazuje kierunek ku Słońcu, litera G oznacza kierunek ku odległym gwiazdom, na tle których widać było Słońce na początku dyskutowanej doby. Czarna kropka oznacza obserwatora na Ziemi, który na początku doby był dokładnie na linii ZSK, a po upływie 24 godzin (doba słoneczna!) nadal znajduje się na linii ZK, choć w międzyczasie okrążył Z. Rysunek nie oddaje prawdziwych proporcji między promieniami orbit i kątami, chodzi tylko o pokazanie wzajemnych położenia.

Kąt GZS jest w przybliżeniu $1/365$ kąta pełnego. Kąt GZK to w przybliżeniu $1/27$ kąta pełnego (całkowity obieg Ziemi zajmuje Księżycowi – względem gwiazd – $27^d 7^h 43^m$, jest to tzw. miesiąc sydereczny).

Jak widać, względem obserwatora na Księżycu czarna kropka nie wróciła jeszcze na swoje początkowe położenie. Zatem okres obrotu Ziemi temu obserwatorowi wydaje się dłuższy od 24 godzin. O ile? O tyle, ile kąt SZK stanowi w porównaniu z kątem pełnym powiększonym o GZS:

$$\frac{SZK}{GZS + 360^\circ} = \frac{GZK - GZS}{GZS + 360^\circ} = \frac{\frac{1}{27} \cdot 360^\circ - \frac{1}{365} \cdot 360^\circ}{\frac{1}{365} \cdot 360^\circ + 360^\circ}.$$

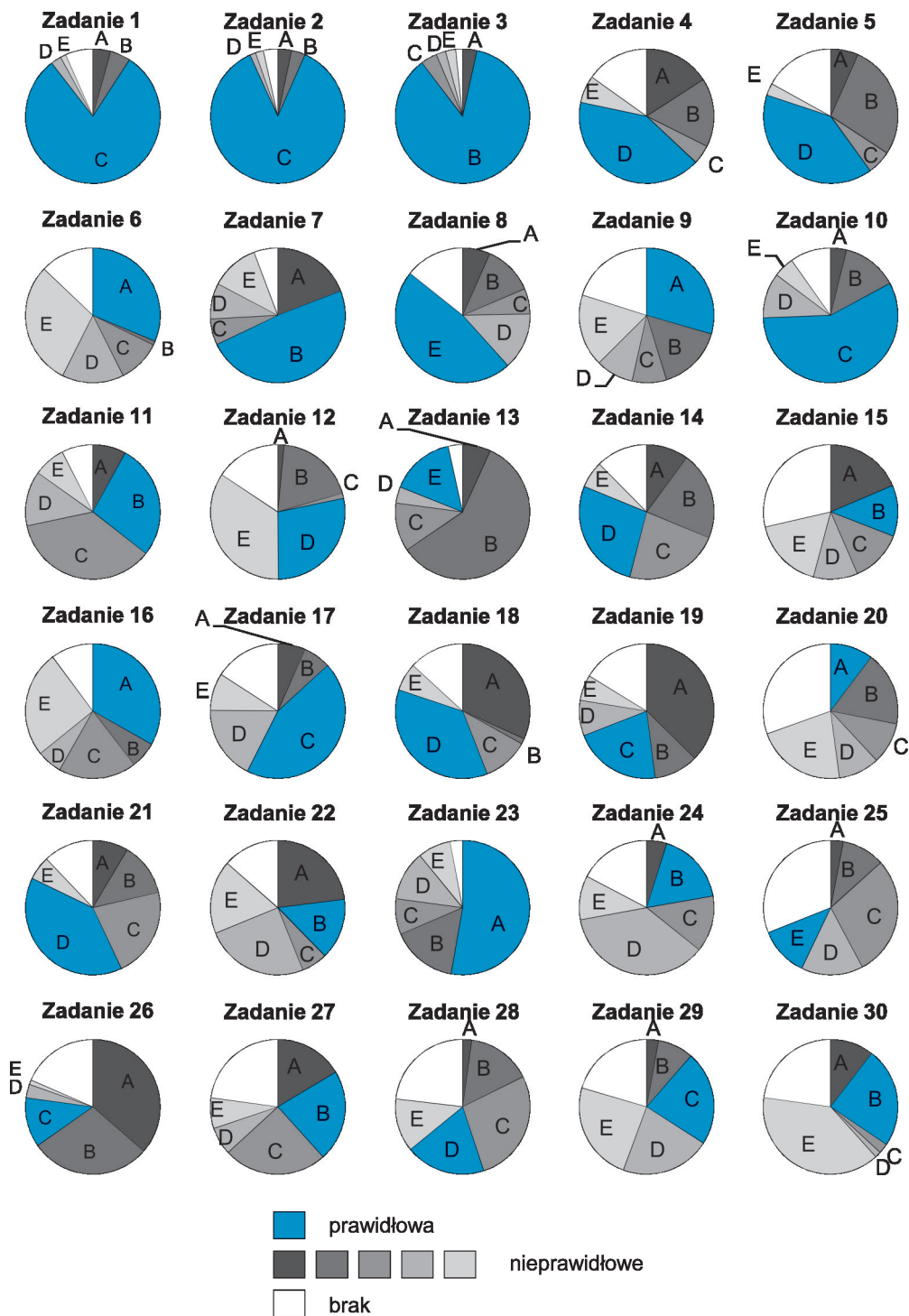
Nawet bez obliczeń widać, że jest to cały czas około $1/27$, czyli rzędu 3%. **Odpowiedź B.**

To zadanie można rozwiązać bez tak dokładnych rozważań. Księżyc okrąży Ziemię w tę samą stronę, w którą Ziemia wiruje, więc sytuacja przypomina zawody, w których jeden z zawodników obiega stadion w czasie dużo krótszym od drugiego, tak że go dubluje (tzn. w czasie, w którym słaby zawodnik obiega tylko część stadionu, drugi – szybki – potrafi obieć stadion dookoła i jeszcze przebiec odcinek, który w tym samym czasie przebył słaby). Zawodnik dobry – powierzchnia Ziemi – na 1 okążenie potrzebuje 1 dnia, a zawodnik słaby – Księżyc – blisko miesiąca, czyli prawie 30 razy więcej. Dublując Księżyc Ziemia obraca się więc od niego o jeden raz więcej i zarazem 30 razy więcej. Aby „zrównać się” z Księżycem, Ziemia musi więc wykonać w przybliżeniu około $1\frac{1}{29} = \frac{30}{29}$ obrotu, podczas gdy Księżyc w tym czasie wykonuje tylko $\frac{1}{29}$ obrotu (jeśli nie potrafimy zgadnąć tej wartości, to można ją obliczyć z równania $1+x = 30x$). $\frac{1}{29}$ doby to nieco ponad 3%.

■ 28. Podczas zderzenia kula zmieniła swój pęd p na $(-\frac{1}{2})p$, a więc oddała sześciannowi $\frac{3}{2}$ swojego pędu. Zmniejszenie wartości prędkości do połowy zmniejszyło energię kinetyczną kuli do $\frac{1}{4}$ początkowej wartości, więc sześciann przejął $\frac{3}{4}$ tej energii. Jeśli pamiętamy wzór wyrażający energię kinetyczną przez pęd: $E_k = p^2/(2m)$, to od razu widzimy, że podzielenie kwadratu pędu przez podwojoną energię kinetyczną daje masę. Masa sześciannu jest więc równa $\frac{[(3/2)p]^2}{2 \cdot (3/4)E_k} = \frac{3p^2}{2E_k} = 3m = 720\text{ g}$. **Odpowiedź D.**

■ 29. Gdy ciągniemy za którekolwiek pudło z siłą tylko trochę większą niż minimalna potrzebna do poruszenia go (tzn. niezbyt gwałtownie, aby jego przyspieszenie nie było zbyt duże), to na pewno wprowadzimy w ten sam ruch wszystkie pudła znajdujące się nad nim. Gdy ciągniemy za pudło C, siła nacisku pudła C na pudło D będzie miała wartość $4m \cdot g$ (m – masa jednego pudła, g – przyspieszenie ziemskie), siła tarcia między C a D – wartość $0,4 \cdot 4 \cdot m \cdot g = 1,6 \cdot m \cdot g$, a siła tarcia między D a podłogą będzie mniejsza: $0,3 \cdot 5m \cdot g = 1,5 \cdot m \cdot g$. Poślizg wystąpi więc między pudłem D a podłogą, a nie między C a D – przesuną się wszystkie pudła. Jeśli pociągniemy za pudło leżące wyżej niż C, to na pewno będzie się ono ślizgało po swoim sąsiedzie z dołu, bo siła jego nacisku na niższego sąsiada jest mniejsza od siły nacisku tego sąsiada na kolejne pudło, a współczynniki tarcia są takie same. **Odpowiedź C.**

■ 30. Drugi gołąb leciał do brzegu z odległości mniejszej niż pierwszy. Na przebycie różnicy tych odległości pierwszy gołąb potrzebował 15 minut, a statek godziny. Prędkość gołębia jest więc 4 razy większa od prędkości statku. **Odpowiedź B.** Sytuacja ta jest trochę nietypowym przykładem zjawiska Dopplera: gdy źródło sygnałów okresowych, biegnących z prędkością c , zbliża się do odbiorcy z prędkością v , to czas między kolejnymi sygnałami jest dla odbiorcy $1-v/c$ razy krótszy niż dla nadawcy (a częstotliwość rośnie w odwrotnym stosunku). U nas dla nadawcy była to 1 godzina, a dla odbiorcy $\frac{3}{4}$ godziny, więc $1-v/c = \frac{3}{4}$, czyli $v/c = \frac{1}{4}$.



Klasy II liceum i technikum

■ 1. Wszystkie zwierzątka wystartowały z tego samego punktu startowego i przybiegły do tej samej mety, więc i droga przez nie przebyta była jednakowa. **Odpowiedź A.**

■ 2. Silniki elektryczne wykorzystują siłę działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Nosi ona nazwę siły elektrodynamicznej. **Odpowiedź C.** Nawet jeśli ktoś nie znał tej nazwy, ale znał zasadę działania silnika, mógł łatwo wykluczyć pozostałe odpowiedzi.

■ 3. Zwierciadło wklęsłe skupia promienie przez odbicie ich od zakrzywionej powierzchni. Przebieg odbicia nie zależy od ośrodka, więc i ogniskowa będzie ta sama. **Odpowiedź C.**

■ 4. Idealne amperomierze nie stawiają oporu, więc cały prąd popłynie przez górny amperomierz, omijając oporniki, a dolny amperomierz wskaże zero. **Odpowiedź A.**

■ 5. W sytuacji statycznej, bez przepływu prądu, potencjał elektrostatyczny ma tę samą wartość w całym przewodniku. **Odpowiedź A.** Zadanie było podchwytliwe, bo łatwo było pomylić potencjał z natężeniem pola elektrycznego, które w tym samym przewodniku jest największe na ostrzach, mniejsze na krawędziach, a najmniejsze na powierzchniach płaskich (por. zadanie 5 dla klasy III liceum).

■ 6. 1 amperogodzina to 3600 amperosekund, czyli kulombów. **Odpowiedź A.**

■ 7. Tu należało coś wiedzieć o tych stałych albo znać ich rząd wielkości, albo przynajmniej jednostki. Zależność między nimi to $R = k \cdot N_A$. **Odpowiedź B.** W jednostkach układu SI stała Boltzmanna jest rzędu 10^{-23} (dokładniej: $1,38 \cdot 10^{-23}$), stała Avogadro to około $6 \cdot 10^{23}$, a stała gazowa ma wartość około 8 (dokładniej: 8,314), więc od razu widać, jaka może być między nimi zależność. Jednostką stałej Boltzmanna jest $\frac{J}{K}$, bo stała ta określa zależność między energią kinetyczną cząsteczki a temperaturą. Stała Avogadro mówi, ile jest pojedynczych obiektów w 1 molu, więc jej jednostką jest $\frac{1}{\text{mol}}$, a stała gazowa ma jednostkę $\frac{J}{\text{mol} \cdot K}$ (gdyby ktoś nie pamiętał, łatwo sobie przypomni, patrząc na równanie stanu gazu doskonałego). Jak widać, również z porównania jednostek natychmiast wynika poprawna odpowiedź.

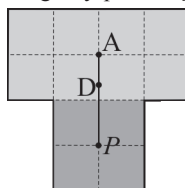
■ 8. W tym zadaniu właśnie porównywanie jednostek jest najprostszą metodą. Aby otrzymać jednostkę stałej I , musimy dzielić na sekundę (czyli wat) pomnożyć przez jednostkę długości, a podzielić przez jednostkę powierzchni i temperatury. Podstawiając odpowiednie jednostki dostajemy $W \cdot \frac{m}{m^2 \cdot K} = \frac{W}{m \cdot K}$. **Odpowiedź C.**

■ 9. Pudełko zsuwa się bez tarcia, a ciężarek wraz z nim, z tym samym przyspieszeniem. Na ciężarek działają więc takie same siły, jak gdyby położono go na równi i pozwolono zsuwać się (też bez oporów), tylko siłę reakcji powierzchni równi zastępuje siła naprężenia sznurka. Siła ta działa więc prostopadłe do równi, a sznurek oczywiście ustawia się w tym samym kierunku. **Odpowiedź C.**

Inny sposób polega na opisanu sytuacji w układzie odniesienia zsuwającego się pudełka. Jak w każdym układzie nieinercyjnym, na ciężarek działa dodatkowa siła bezwładności o wartości $F_B = m \cdot a$, gdzie m jest masą ciężarka, a a jest przyspieszeniem pudełka. Zwrot siły bezwładności jest przeciwny do zwrotu przyspieszenia. Siła bezwładności dokładnie równoważy więc siłę ściągającą w dół równi, a pozostaje tylko składowa siły ciężkości skierowana prostopadłe do równi.

■ 10. To jest trochę zadanie z chemii, ale bardzo elementarnej. Reakcja spalania węgla to $C + O_2 \rightarrow CO_2$. Objętość gazu nie zmniejszy się, tylko raczej zwiększy o tyle, ile miejsca w pojemniku zajmował węgiel. Liczba cząsteczek gazu nie zmniejszy się, bo węgiel nie był gazem, a dwutlenku węgla powstaje tyle samo cząsteczek, ile ubyło tlenu. Temperatura zdecydowanie wzrośnie – reakcja jest silnie egzotermiczna. Wzrost temperatury w zamkniętym pojemniku spowoduje wzrost ciśnienia. Nie zmaleje więc żadna z wymienionych wielkości. **Odpowiedź E.**

■ 11. Najprościej podzielić sobie w myśli figurę na liczący 8 krątek górny prostokąt i składający

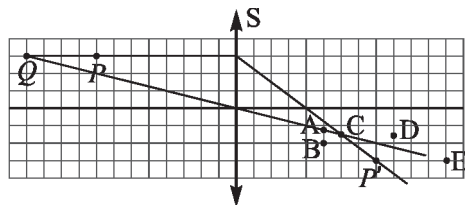


się z 4 kratak dolny kwadrat. Środek ciężkości prostokąta przypada w punkcie A. Środek ciężkości kwadratu – w punkcie P. Środek ciężkości całej figury leży więc na odcinku AP, dwa razy dalej od punktu P niż punktu A, czyli w $1/3$ tego odcinka, bo prostokąt jest 2 razy cięższy od kwadratu. **Odpowiedź D.**

■ 12. Ilość ciepła, której wymaga podgrzanie, jest we wszystkich trzech przypadkach jednako-
wa (zależność ciepła właściwego od temperatury jest niewielka), ale różne są jego straty na rzecz otoczenia. Do otoczenia (które ma zapewne temperaturę około 20°C) czajnik oddaje tym większą część pobranego ciepła, im jest gorętszy (dotyczy to wszystkich trzech mechanizmów przekazywania ciepła: konwekcji, związanej przede wszystkim z parowaniem wody, będącej głównym powodem strat, przewodzenia przez ścianki czajnika i promieniowania). Dlatego najkrócej grzeje się woda do najniższej temperatury, a najdłużej – gdy i początkowa, i końcowa temperatura są wysokie. **Odpowiedź C.**

■ 13. Jeśli bloczki nie stawiają oporu, to naprężenie liny jest takie same na całej jej długości i wynosi $F/2$, bo siła F rozkłada się na dwie liny. Ciężar 400 N (odpowiadający masie 40 kg) jest ciągnięty w sumie przez 4 liny, stąd $400\text{ N} = 4 F/2$, a więc $F = 200\text{ N}$. **Odpowiedź B.**

■ 14. Klasyczna konstrukcja pokazana na rysunku (prowadzimy promień przechodzący bez załamania przez środek soczewki i promień równoległy do osi optycznej, wspólny dla Q i P, zatem przechodzący za soczewką przez punkt P') jednoznacznie wskazuje, że poprawna jest **odpowiedź C**.



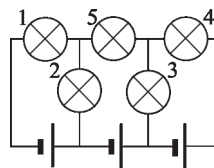
■ 15. Na pierwszy rzut oka widać, że ciśnienia powietrza w prawych ramionach rurek różnią się od ciśnienia atmosferycznego nad ich lewymi ramionami. Różnica ta jest zrównoważona przez różnicę ciśnień hydrostatycznych wody. Gdyby podczas dolewania wody w prawym ramieniu utrzymywano stałe ciśnienie, takie jak dotychczas, to różnica wysokości jej słupa nie zmieniłaby się i w obu rurkach $\Delta h'$ byłoby równe Δh .

Jednakże prawe rurki są zamknięte, więc podczas dolewania wody ciśnienie w każdej z nich rośnie, co zmniejsza przyrost wysokości słupa w prawym ramieniu w porównaniu z przyrostem w lewym. Dlatego w obu rurkach $\Delta h' < \Delta h$. **Odpowiedź D.**

■ 16. Wartości sił byłyby równe, gdyby kule były równomiernie naładowane w całej objętości. Są to jednak kule metalowe, znajdują się w stosunkowo niewielkiej odległości od siebie, więc trzeba uwzględnić wpływ każdej z nich na rozkład ładunku w drugiej. W pierwszym i trzecim przypadku każda z kul odpycha ładunek drugiej kuli w stronę jej najdalszego krańca, w obu przypadkach z tą samą siłą, bo ładunki różnią się tylko znakiem. W drugim przypadku – przeciwnie: każda z kulek ściąga ładunek drugiej do części sobie najbliższej, więc oddziaływanie będzie silniejsze wskutek mniejszej odległości tych ładunków. Zachodzi więc $F_1 = F_3 < F_2$. **Odpowiedź C.**

■ 17. Wciągając do góry, równoważymy siłę ściągającą o wartości F i siłę tarcia o wartości T , obie skierowane w dół pochylni: $F + T = 500\text{ N}$. Przy przesuwaniu w dół obie siły mają wartości jak wcześniej, tylko siła tarcia jest zwrócona ku górze pochylni. Natomiast zadanie nie precyzuje, czy siłą 100 N działamy w górę – powstrzymujemy samoistny ześlizg – czy w dół równi – wymuszamy zsuwanie. W pierwszym przypadku byłoby $F = 100\text{ N} + T$ i z obu równań $T = 200\text{ N}$. W drugim przypadku $F + 100\text{ N} = T$ i z obu równań $T = 300\text{ N}$. Dlatego należało wybrać **odpowiedź E**.

■ 18. Przerysujmy obwód, przesuwając żarówki 1 i 4 tak, by znalazły się na jednej prostej z żarówką 5:



Widać wtedy podobieństwo między dolnym i górnym odcinkiem układu: każda z baterii dostarcza jedną trzecią łącznej siły elektromotorycznej, napięcie na każdej z żarówek 1, 5, 4 też jest jedną trzecią tej łącznej wartości, a między biegunami żarówki 2 – i analogicznie – żarówki 3 nie ma różnicy potencjałów. **Odpowiedź D.**

■ **19.** Sprawność pierwszego silnika jest równa $\eta_1 = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$, gdzie przez Q_1 i Q_2 oznaczyliśmy wartości bezwzględne odpowiednio ciepła pobranego i ciepła oddanego przez silnik 1.

Analogicznie $\eta_2 = 1 - \frac{Q_3}{Q_2}$, gdzie Q_3 jest ciepłem oddanym przez silnik 2. Łączna sprawność to $1 - \frac{Q_3}{Q_1} = 1 - \frac{Q_3}{Q_2} \cdot \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - (1 - \eta_2)(1 - \eta_1) = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1 \eta_2$.

Odpowiedź C.

■ **20.** Księżyc krąży wraz z Ziemią wokół Słońca, co dla obserwatora z półkuli północnej powoduje przesuwanie się obu ciał na tle gwiazd w lewo (i – trochę – w górę lub w dół, w zależności od pory roku). Księżyc jednak oprócz tego obiega Ziemię w tę samą stronę co Ziemia Słońce, co daje dodatkowy wkład do prędkości jego przysuwania się na tle gwiazd. Dlatego szybciej przysuwający się Księżyc oddali się od Słońca.

Odpowiedź B.

■ **21.** Uzyskana z anihilacji energia to $2mc^2 \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1,8 \cdot 10^{14} \text{ J}$. Do odparowania 1 kg, czyli około 1 dm^3 wody potrzeba w przybliżeniu $2 \cdot 10^6 \text{ J}$, więc ilość wody, którą można odparować przy użyciu energii anihilacji jest rzędu $10^8 \text{ dm}^3 = 10^5 \text{ m}^3$. Wanna to chyba za mało, bo jej pojemność jest rzędu $0,1 \text{ m}^3$, 50-metrowy basen nawet o średniej głębokości 4 m i szerokości 20 m zawiera $4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ wody, więc energii anihilacji w zupełności wystarczy na jego odparowanie. Jezioro Śniardwy zawiera około 1 km^3 wody (rzęd wielkości można oszacować bez dokładnych wiadomości z geografii, wystarczy pomnożyć kilkanaście do kilkudziesięciu metrów głębokości przez powierzchnię rzędu 100 km^2). $1 \text{ km}^3 = (1000 \text{ m})^3 = 10^9 \text{ m}^3$, czyli o wiele za dużo, by można było je odparować.

Odpowiedź D. We wcześniejszej wersji w zadaniu występowało jeszcze Morskie Oko, ale zlitowaliśmy się nad domatorami.

■ **22.** Najprościej obliczyć sumę momentów siły ciężkości względem krawędzi, wokół której klocki mogłyby obrócić się, upadając. Dla wież A, B i C będzie to prawa krawędź najniższego klocka, dla wieży D – lewa krawędź. Poprowadźmy umowną oś x poziomo, przyjmując długość najkrótszych klocków za jednostkę. Moment siły obliczamy jako masę współrzedną x względem krawędzi przyspieszenie ziemskie g . Dla wieży A otrzymujemy: $[1 \cdot (-1/2) + 3 \cdot (-1/2) + 3 \cdot (1/2)] g = -g/2$. Ujemna wartość momentu oznacza, że siła ciężkości obróciłaby klocki w lewo, ale temu obro-

towi zapobiega reszta najniższego klocka. Dla wieży B mamy $[1 \cdot (1/2) + 3 \cdot (-1/2) + 4 \cdot 0] g = -g$, dla wieży C: $[3 \cdot (-3/2) + 1 \cdot (-5/2) + 5 \cdot (1/2)] g = g/2$. Dodatnia wartość momentu siły ciężkości oznacza, że klocki te obrócić się w prawo, a cała wieża przewróci się. **Odpowiedź C.** Najlepiej było zacząć rachunek od tego klocka, bo „na oko” był najbardziej podejrzany. Dla kontroli: Dla wieży D dostajemy $[1 \cdot (1/2) + 1 \cdot (-3/2) + 3 \cdot 3/2 + 4 \cdot 0] g = (1/2)g$. Tu groziłby obrót w lewo, dodatnia wartość momentu siły zapewnia, że taki obrót nie nastąpi.

■ **23.** Ciśnienie wzrosło o 25%, czyli wyniosło 1,25 wartości początkowej. Ponieważ – w stałej objętości i temperaturze – ciśnienie jest wprost proporcjonalne do liczby cząsteczek, to należy wypuścić $1/5$, czyli 20% tej ilości, bo $4/5 \cdot 1,25 = 1$. **Odpowiedź B.**

■ **24.** Siła ciężenia na powierzchni jest przy stałych masach (planety i przyciąganego ciała) odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości ciała od środka planety, a więc malałaby ze wzrostem promienia Ziemi R , a w granicy $R \rightarrow \infty$ zniknęłaby całkowicie. Natomiast siła odśrodkowa – przy stałym okresie obrotu (a więc stałej prędkości kątowej) rośnie wprost proporcjonalnie do promienia. Przy powiększaniu naszej planety siły te zrównałyby się dla pewnego R , tak że ciała na równiku znalazłyby się w stanie nieważkości.

Odpowiedź B. Tę wartość R możemy bez trudu obliczyć. Niech $R_0 = 6378,1 \text{ km}$ będzie równikowym promieniem Ziemi. Po rozděciu Ziemi do kuli o promieniu R siła ciężenia działająca na równiku na ciało o masie m wyniesie $mg \frac{R_0^2}{R^2}$,

gdzie $g = 9,8142 \text{ m/s}^2$ jest przyspieszeniem ziemskim na równiku (czysto grawitacyjnym, nie uwzględniającym obecnej siły odśrodkowej). Siła odśrodkowa po rozděciu Ziemi ma wartość

$$m\omega^2 R = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R, \text{ gdzie } \omega \text{ jest prędkością kąto-}$$

wą ruchu wirowego Ziemi, a T – okresem tego ruchu (czyli tzw. dobą gwiazdową, nieco krótszą od doby słonecznej, w przybliżeniu $T = 23$ godziny 56 minut 4 sekundy). Równość tych dwóch sił to warunek, jaki spełnia odległość od środka Ziemi satelitów geostacjonarnych. Przyrównując do siebie wartości tych sił otrzymujemy

$$R = \sqrt[3]{\frac{gR_0^2 T^2}{4\pi^2}} \approx 42190 \text{ km}, \text{ właśnie odległość sate-}$$

litów geostacjonarnych (m. in. telekomunikacyjnych) od środka Ziemi. Ten sam wynik można otrzymać szybciej z III prawa Keplera w postaci newtonowskiej: gdy siła odśrodkowa zrównuje się z grawitacyjnym przyciąganiem, ciała na rów-

niku spełniają równanie $\frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = \frac{gR_0^2}{4\pi^2}$, gdzie G jest stałą grawitacyjną, a M – masą Ziemi.

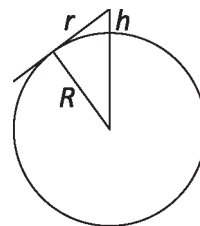
■ **25.** Zauważmy, że moc samochodu musi być równa maksymalnej (a nie średniej) mocy potrzebnej podczas przyspieszania (a więc podzielenie uzyskanej energii kinetycznej przez czas dałoby błędny wynik). Ponieważ chwilowa moc wyraża się wzorem $F \cdot v$ (gdzie F jest chwilową wartością potrzebnej siły, a v – prędkości samochodu), to potrzebna moc jest równa $m \cdot a \cdot v = mv^2/t$, gdzie jako v bierzemy maksymalną osiągniętą prędkość, a jako t – czas przyspieszania. Podstawiając $v = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$, $t = 5 \text{ s}$ oraz $m = 1000 \text{ kg}$, otrzymujemy moc 500 kW , czyli **odpowiedź C**. Moc średnia $mv^2/2t$ jest dwa razy mniejsza.

■ **26.** I sposób: Drgania będą takie, jak gdyby każdy wózek drgał oddzielnie na sprężynie dwa razy krótszej, bo środek masy układu pozostaje nieruchomy. Dwa razy krótsza sprężyna rozciąga się dwa razy mniej pod wpływem tej samej siły, ma więc dwa razy większy współczynnik sprężystości. Stąd okres drgań $T = 2\pi\sqrt{m/2k}$. **Odpowiedź B.** Zakładaliśmy, że podstawowy wzór na okres drgań ciężarka na sprężynie, $T = 2\pi\sqrt{m/k}$, licealista ma w pamięci.

II sposób: Zagadnienie dwóch wzajemnie oddziałujących ciał o masach m_1 i m_2 można zastąpić problemem jednego ciała ruchomego poruszającego się względem drugiego nieruchomego ciała, jeśli jako masę ruchomego ciała przyjmiemy tzw. masę zredukowaną, równą $\frac{1}{1/m_1 + 1/m_2}$. Przy jednakowych masach ciał, m , masa zredukowana jest równa $m/2$. Współczynnik sprężystości pozostaje równy k , więc otrzymujemy tę samą odpowiedź.

■ **27.** Wartość indukcji pola magnetycznego wewnątrz zwojnicy jest wprost proporcjonalna do liczby zwojów na jednostkę długości i do natężenia prądu. W pierwszej zwojnicy zwojów jest dwa razy więcej, ale – przy tym samym napięciu prądu stałego – natężenie prądu będzie dwa razy mniejsze, bo dwa razy dłuższy drut stawia dwa razy większy opór. **Odpowiedź C.**

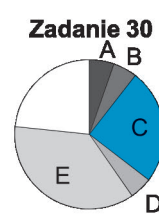
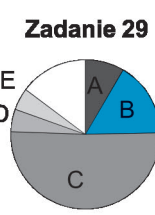
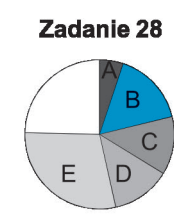
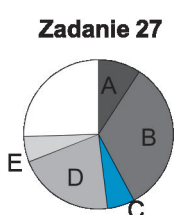
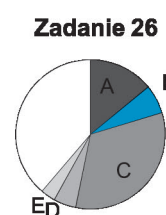
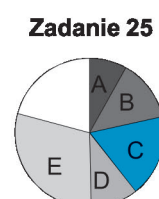
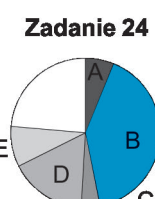
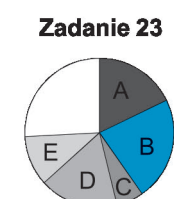
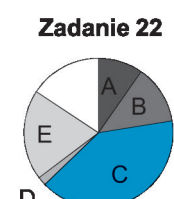
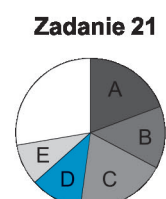
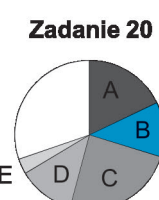
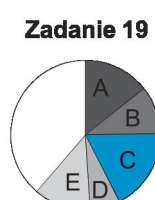
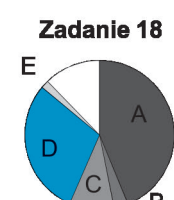
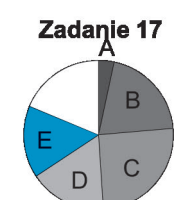
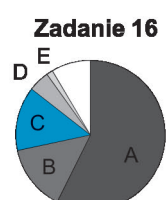
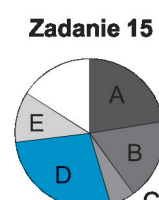
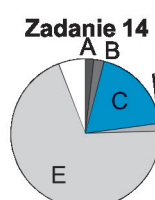
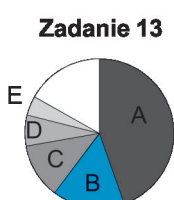
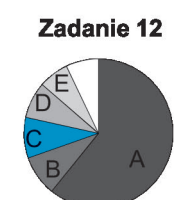
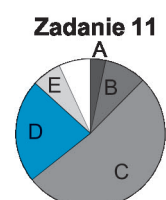
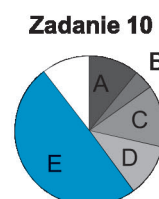
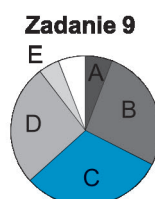
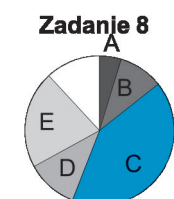
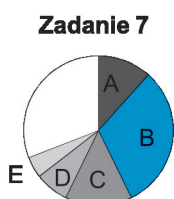
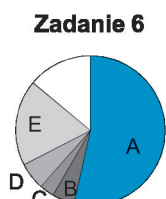
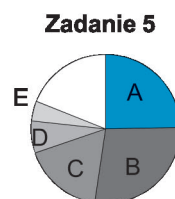
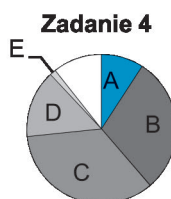
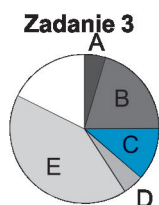
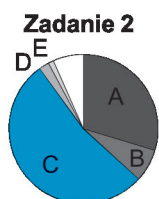
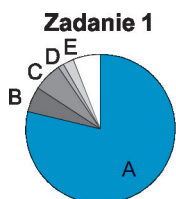
■ **28.** Wysokość h , z której patrzymy, promień horyzontu r , i promień Ziemi R spełniają relację wynikającą z twierdzenia Pitagorasa: $R^2 + r^2 = (R+h)^2$. Stąd $r = \sqrt{2hR + h^2} \approx \sqrt{2hR}$



– drugi składnik pod pierwiastkiem możemy pominąć, gdyż h jest dużo mniejsze niż R . Dla $h = 2 \text{ m}$ horyzont ma promień około $\sqrt{2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}} \approx 5,0 \text{ km}$. Zwiększenie wysokości h 25 razy sprawia, że horyzont poszerza się 5 razy, czyli ma około 25 km, o 20 km więcej niż dla $h = 2 \text{ m}$. Na równiku Słońce wschodzi na horyzoncie wschodnim i zachodzi – na zachodnim. Różnica 20 km promienia horyzontu rano i wieczorem daje w sumie dodatkowe 40 km, o które Ziemia obraca się w czasie, gdy widać Słońce. W ruchu obrotowym powierzchnia Ziemi mknie na równiku z prędkością około 40 000 km na dobę. Dodatkowe 40 km dodaje do długości dnia 1/1000 doby, co w przeliczeniu na minuty daje wartość 1,44. **Odpowiedź B.**

■ **29.** Przyłożenie dodatkowej siły powinno: 1° zrównoważyć już działające siły i 2° zrównoważyć momenty tych sił. Z warunku 1° wynika, że przyłożona siła musi być jedną z sił A, B, C, bo wypadkowa sił F_1 i F_2 jest skierowana do góry. Warunek 2° wymaga obliczenia momentów sił F_1 i F_2 . Najwygodniej obliczać momenty względem punktu leżącego na przecięciu prostych, wzdłuż których siły te działają, bo względem tego punktu moment każdej z sił ma wartość zero (ze względu na zerowe ramię siły). Zatem również dodatkowa siła powinna mieć zerowy moment i ramię względem tego punktu, powinna więc działać wzdłuż prostej przechodzącej przez ten punkt. Jest to więc **siła B**.

■ **30.** Drugi gołąb leciał do brzegu z odległości większej niż pierwszy. Na przebycie różnicy tych dwóch odległości gołąb potrzebował 10 minut, a statek godziny. Prędkość gołębia była więc 6 razy większa od prędkości statku. **Odpowiedź C.** Sytuacja ta jest trochę nietypowym przykładem zjawiska Dopplera: gdy źródło sygnałów okresowych (gołębi), biegnących z prędkością c , oddala się od odbiorcy z prędkością v , to czas między kolejnymi sygnałami jest dłuższy $1+v/c$ razy dla odbiorcy niż dla nadawcy (a częstotliwość maleje w odwrotnym stosunku). U nas dla nadawcy była to 1 godzina, a dla odbiorcy 7/6 godziny, więc $1+v/c = 7/6$, czyli $v/c = 1/6$.



Klasy III i IV liceum i technikum

■ 1. Wszystkie zwierzątka wystartowały z tego samego punktu startowego i przybiegły do tej samej mety, więc i droga przez nie przebyta była jednakowa. **Odpowiedź E.**

■ 2. Wszystkie soczewki działają dzięki załamaniu światła na granicy ośrodków. **Odpowiedź B.** Rozpraszanie, jako ściśły termin fizyczny, oznacza zmianę kierunku rozchodzenia się światła (lub innej fali) wywołaną drobnymi niejednorodnościami ośrodka, a więc np. nieregularne odbicie w różnych kierunkach od niewypolerowanej powierzchni lub drobin ośrodka nie w pełni przezroczystego.

■ 3. Odbicie muchy w lustrze ma prędkość o składowej równoległej do lustra takiej samej, jak prędkość muchy, a składowej prostopadłej przeciwnej niż prędkość muchy. Prędkość muchy względem jej odbicia ma więc podwójną wartość składowej prostopadłej i zerową wartość składowej równoległej do lustra. **Odpowiedź D.**

■ 4. Światło białe nie jest światłem monochromatycznym, czyli mającym określoną długość fali, tylko mieszaniną fal o różnych długościach. **Odpowiedź E.**

■ 5. Natężenia pola elektrostatycznego wokół ciała przewodzącego mają wartość największą przy ostrzach, mniejszą przy krawędziach i najmniejszą przy powierzchniach niezakrzywionych. **Odpowiedź B.**

■ 6. Doskonałe amperomierze nie stawiają oporu, prąd nie popłynie więc w ogóle przez prawy dolny opornik; można usunąć go z obwodu. Przez amperomierz 1 płynie prąd z obu lewych oporników, przez amperomierz 2 – tylko z lewego dolnego. Stąd $I_2 = I_1/2$. **Odpowiedź B.**

■ 7. Wyciszając z podanego wzoru współczynnik c , otrzymujemy $c = \frac{2F}{v^2 d S}$. Podstawiając jednostki siły, prędkości, gęstości i powierzchni, stwierdzamy, że jednostka współczynnika c wyraża się przez podstawowe jednostki układu SI jako $\frac{\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2}{\text{m}^2 / \text{s}^2 \cdot (\text{kg} / \text{m}^3) \cdot \text{m}^2}$. W tym wyrażeniu

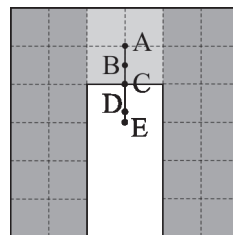
wszystkie jednostki upraszczają się, c jest więc wielkością bezwymiarową. **Odpowiedź E.**

■ 8. Ciśnienie hydrostatyczne wody jest wprost proporcjonalne do wysokości jej słupa, natomiast przy stałej wysokości słupa nie zależy od powierzchni podstawy. Powiększenie akwarium w stosunku 2:1 zwiększa wysokość w tym samym stosunku, więc ciśnienie wzrośnie dwukrotnie. **Odpowiedź C.**

■ 9. Promieniowanie jądrowe jonizuje powietrze, co powoduje rozładowywanie się elektroskopu. Poprawna jest więc **odpowiedź C**. Elektroskop był – obok kliszy fotograficznej – pierwszym narzędziem do wykrywania promieniowania, a zaopatrzony w podziałkę mierzącą rozchylenie listków, stał się elektrometrem, umożliwiającym precyzyjne określenie ilości promieniowania, które przez niego przepłynęło (elektrometr do pomiarów promieniowania pierwsza zastosowała Maria Skłodowska-Curie w roku 1898).

■ 10. Dioptria jest jednostką zdolności skupiającej soczewek i zwierciadeł, a zdolność skupiającą definiuje się jako odwrotność ogniskowej. 1 dioptria to zdolność skupiająca odpowiadająca ogniskowej 1 m, a więc jest to $1 \frac{1}{\text{m}}$. **Odpowiedź C.**

■ 11. Najwygodniej podzielić płytkę na dwa boczne „skrzydła”, po 12 kratek każde, i środkowy kwadracik o polu 4 kraterki. Środek ciężkości „skrzydeł” leży w punkcie E, a środek kwadracika w punkcie A. Skrzydła w sumie są od kwadracika 6 razy cięższe, więc środek masy całej figury będzie leżał na odcinku AE, 6 razy bliżej punktu E niż punktu A. **Stąd odpowiedź D.**



■ **12.** Aby w ramce płynął prąd indukcyjny, musi zmieniać się strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię ramki. Gdyby oś obrotu ramki była równoległa do linii pola magnetycznego to linie te w ogóle nie przebiegałyby powierzchni ramki, więc strumień byłby cały czas równy zeru. Jeśli nie jest równoległa, strumień ulega zmianom w trakcie obrotu. **Odpowiedź D.**

■ **13.** To, czy ruch jest jednostajny, przy danym torze nie ma wpływu na wartość drogi, jeśli poruszające się ciało nie zawraca, więc odpowiedź A jest fałszywa. W ruchu prostoliniowym długość toru jest równa drodze tylko gdy ciało nie zawraca, więc odpowiedź B jest również fałszywa. W ruchu po krzywej zamkniętej, np. po okręgu, jeśli jakiś odcinek przebywany jest więcej niż raz, nawet bez zawracania, droga będzie większa od długości toru. Fałszywe są więc odpowiedzi C i D. Zostaje **odpowiedź E.** Droga jest równa długości toru, gdy każdy jego odcinek jest przebywany dokładnie jeden raz.

■ **14.** Jeśli bloki nie stawiają oporu, to naprężenie liny jest takie same na całej jej długości i wynosi $F/2$, bo siła F rozkłada się na dwie liny. Ciężar 600 N (odpowiadający masie 60 kg) jest ciągnięty w sumie przez 3 liny, stąd $600\text{ N} = 3 \cdot F/2$, a więc $F = 400\text{ N}$. **Odpowiedź C.**

■ **15.** Wzdłuż izotermi iloczyn ciśnienia i objętości jest stały i proporcjonalny do temperatury. Obliczając ten iloczyn np. w środkowych punktach narysowanych po lewej izoterm, widzimy, że ich temperatury są w stosunku 4 : 9 : 16. Na wykresach $p-T$ w takim stosunku muszą być więc odległości pionowych odcinków od osi ciśnienia. To kryterium spełnia tylko **odpowiedź B.** Oczywiście są inne potrzebne cechy, np. odpowiednie długości tych odcinków, ale wiedząc, że dokładnie jedna odpowiedź jest poprawna, nie musimy już się nimi przejmować.

■ **16.** Siła ciągu samochodu składa się z części proporcjonalnej do kwadratu prędkości, potrzebnej na pokonanie sił oporu, i części stałej, potrzebnej do nadania samochodowi stałego przyspieszenia. Przy ruszaniu ze stałym przyspieszeniem prędkość jest wprost proporcjonalna do czasu, więc siła zależy od czasu tak samo, jak od prędkości. **Odpowiedź B.**

■ **17.** Przelot koło ciała niebieskiego, kiedy pojazd oddziałuje z jego polem grawitacyjnym, jest z punktu widzenia dynamiki zderzeniem sprężystym (gdyby pojazd naprawdę zderzył się z powierzchnią ciała niebieskiego, byłoby to zderzenie bardzo niesprężyste, ale zblżenia planuje się tak, by pojazd nawet nie wpadł w atmosferę, więc praktycznie nie traci on energii). Podczas takiego zderzenia pęd pojazdu względem planety lub księżycy zmienia tylko swój kierunek, nie zmieniając wartości, ale pojazd może zyskać prędkość względem Słońca. Wzrost energii kinetycznej jednego ciała uczestniczącego w zderzeniu sprężystym oznacza jej zmniejszenie u drugiego ciała. Stąd **odpowiedź A.** Oczywiście na planecie (czy księżycu) odebranie takiej ilości energii robi znacznie mniejsze wrażenie niż zrobiłoby na słońcu wykorzystanie jego ruchu przez mrówkę (dysproporcja mas jest wielokrotnie większa).

■ **18.** Przez żarówki 1 i 4 prąd płynie na pewno, bo w każdym z zewnętrznych oczek (lewa bateria z żarówką 1 oraz prawa bateria z żarówką 4) występuje tylko bateria i jedna żarówka; spadek napięcia na żarówce musi być równy sile elektromotorycznej baterii, nie może więc być równy zeru. Natomiast wpływy tych zewnętrznych baterii na każdą z żarówek 2 i 3 znoszą się wzajemnie. W dodatku na te żarówki również przeciwnie wpływają pozostałe dwie baterie, więc przez żarówki 2 i 3 prąd w ogóle nie płynie. **Odpowiedź C.**

■ **19.** Jeśli zamiast powietrza przed okiem jest woda, to wchodzący promień światła załamuje się znacznie słabiej, więc ogniskowa bardzo znacznie się wydłuża (współczynnik załamania substancji oka jest – nawet dla soczewki oka – niewiele większy niż wody). Wskutek tego głębokość gałki ocznej jest o wiele za mała, by podczas patrzenia w wodzie na siatkówce powstał ostry obraz. Jest to właściwością oka dalekowidza (oko dalekowidza skupia za słabo, dlatego dalekowzroczność kompensuje się soczewką skupiającą, oko krótkowidza – za silnie, dlatego krótkowidze noszą okulary z soczewek rozpraszających). **Odpowiedź D.**

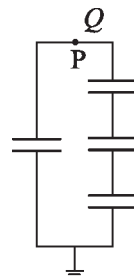
■ **20.** O północy Słońce znajduje się pod horyzontem po stronie północnej. Mars obiega Słońce mniej więcej w tej samej płaszczyźnie co Ziemia, więc gdy o północy znajduje się po północnej stronie nieba, to też jest pod horyzontem, niewidoczny. **Odpowiedź D.**

■ 21. Zmniejszenie częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego do połowy oznacza dwukrotne zmniejszenie energii fotonów. Jeśli częstotliwość promieniowania nie spadła poniżej wartości progowej (równej pracy wyjścia z użytego metalu podzielonej przez stałą Plancka h), to liczba wybitych fotoelektronów zmieni się nieznacznie, zmaleje tylko ich energia. Natomiast fotoelektrony w ogóle nie zostaną wybite, jeśli nowa częstotliwość będzie mniejsza od wartości progowej, bo wtedy energia fotonów nie wystarczy do pokonania bariery potencjału. **Odpowiedź E.**

■ 22. Najprościej obliczyć sumę momentów siły ciężkości względem krawędzi, wokół której klocki mogłyby obrócić się, upadając. Dla wieży A, B i C będzie to prawa krawędź najniższego klocka, dla wieży D – lewa krawędź. Poprowadźmy umowną oś x poziomo, przyjmując długość najkrótszych klocków za jednostkę. Moment siły obliczamy jako masę $\cdot$ współrzędną x względem krawędzi $\cdot$ przyspieszenie ziemskie g . Dla wieży A otrzymujemy: $[1 \cdot (-1/2) + 4 \cdot 0] \cdot g = -g/2$. Ujemna wartość momentu oznacza, że siła ciężkości obróciłaby klocki w lewo, ale temu obrotowi zapobiega lewa część najniższego klocka. Dla wieży B mamy $[3 \cdot (-3/2) + 5 \cdot (1/2)] \cdot g = -2g$, a więc i ta wieża będzie stała. Dla wieży C otrzymujemy $[1 \cdot (-3/2) + 4 \cdot 0] \cdot g = -3g/2$, ta wieża też jest stabilna. Wreszcie, w przypadku D mamy $[1 \cdot (-3/2) + 3 \cdot (3/2) + 4 \cdot 0] \cdot g = 3g$. W tym przypadku właśnie dodatnia wartość momentu siły ciężkości zapewnia stabilność, więc i ta wieża ustoi. **Odpowiedź E.**

■ 23. Do rozwiązania tego zadania wystarczy przypomnieć sobie, że z pole elektryczne występuje nie tylko w statycznych rozkładach ładunków, ale również m. in. w falach elektromagnetycznych. Istnieją fale o stałym kierunku pola – to fale liniowo spolaryzowane. Dla pola takich fal fałszywe są odpowiedzi A, B, D, E: pole elektryczne nie jest w nich jednorodne, wytwarzane jest zazwyczaj przez pręt anteny nadawczej, a nie płaski kondensator, pola w punktach przesuniętych względem siebie o pół długości fali w kierunku jej rozchodzenia się mają zwroty przeciwny, a w każdym punkcie fali pole zmienia się w czasie. Słuszna jest natomiast **odpowiedź C** – pola w różnych punktach fali mogą mieć różne wartości natężenia.

■ 24. Układ możemy przerysować następująco:



skąd widać, że ładunkiem Q ładujemy baterię kondensatorów o łącznej pojemności $2\frac{2}{3} \mu\text{F}$. Ładunek dzielony przez pojemność daje potencjał 3 V. **Odpowiedź C.**

■ 25. I sposób: Drgania będą takie, jak gdyby środek masy układu był umocowany, bo wzajemne oddziaływanie ciał nie wpływa na ruch ich środka masy. Wówczas każdy wózek drgałby oddzielnie, lewy na sprężynie skróconej do $2/3$ długości, prawy – do $1/3$ długości, bo środek masy leży w $2/3$ sprężyny (licząc od lewej). Rozpatrując drgania np. prawej części sprężyny, bierzemy pod uwagę, że 3 razy krótsza sprężyna rozciąga się 3 razy mniej pod wpływem tej samej siły, ma więc 3 razy większy współczynnik sprężystości. Stąd okres drgań $T = 2\pi\sqrt{2m/3k}$ (ten sam wynik otrzymalibyśmy rozpatrując drgania lewej części). **Odpowiedź C.**

II sposób: Zagadnienie dwóch wzajemnie oddziałujących ciał o masach m_1 i m_2 można zastąpić problemem jednego ciała ruchomego poruszającego się względem drugiego nieruchomego ciała, jeśli jako masę ruchomego ciała przyjmujemy tzw.

masę zredukowaną, równą $\frac{1}{1/m_1 + 1/m_2}$. Przy $m_1 = m$ i $m_2 = 2m$, masa zredukowana jest równa $2m/3$. Współczynnik sprężystości pozostaje równy k , więc otrzymujemy tę samą odpowiedź.

■ 26. Gdyby nie było tarcia, obręcz nie obracałaby się wokół swego środka, tylko ześlizgiwałaby się z równi bez obrotu. A więc to siła tarcia (oznaczymy ją T) powoduje obrót. Rzeczywiście, jest to jedyna siła mająca niezerowy moment: $M = r \cdot T$. Momenty pozostałych sił są równe zero, bo wypadkowa siła ciężkości jest przyłożona w środku obręczy, a siła reakcji równi działa wzdłuż prostej przechodzącej przez ten środek.

Przy toczeniu się bez poślizgu z przyspieszeniem a przyspieszenie kątowe wynosi $\varepsilon = \frac{a}{r}$, potrzebny moment siły $M = I \cdot \varepsilon$, a moment bezwładności obręczy względem jej środka, $I = mr^2$ (bo wszystkie punkty obręczy leżą w tej samej odległości r od środka). Stąd $M = r \cdot m \cdot a$, czyli $T = m \cdot a = 30 \text{ N}$.
Odpowiedź B.

■ 27. Ze wzorów na energię i pęd ciała o masie spoczynkowej m i prędkości v , $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$
 $p = \frac{m \cdot v}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, wynika pożyteczny wzór
 $p = \frac{E \cdot v}{c^2}$, z którego od razu dostajemy $v = \frac{p \cdot c^2}{E}$.

Stąd, przy trzykrotnym wzroście pędu i dwukrotnym – energii, prędkość rośnie półtora raza. **Odpowiedź C.** Można co prawda mieć wątpliwość, czy taki wzrost prędkości nie spowoduje przekroczenia prędkości światła (w takim wypadku należałoby wybrać odpowiedź E).

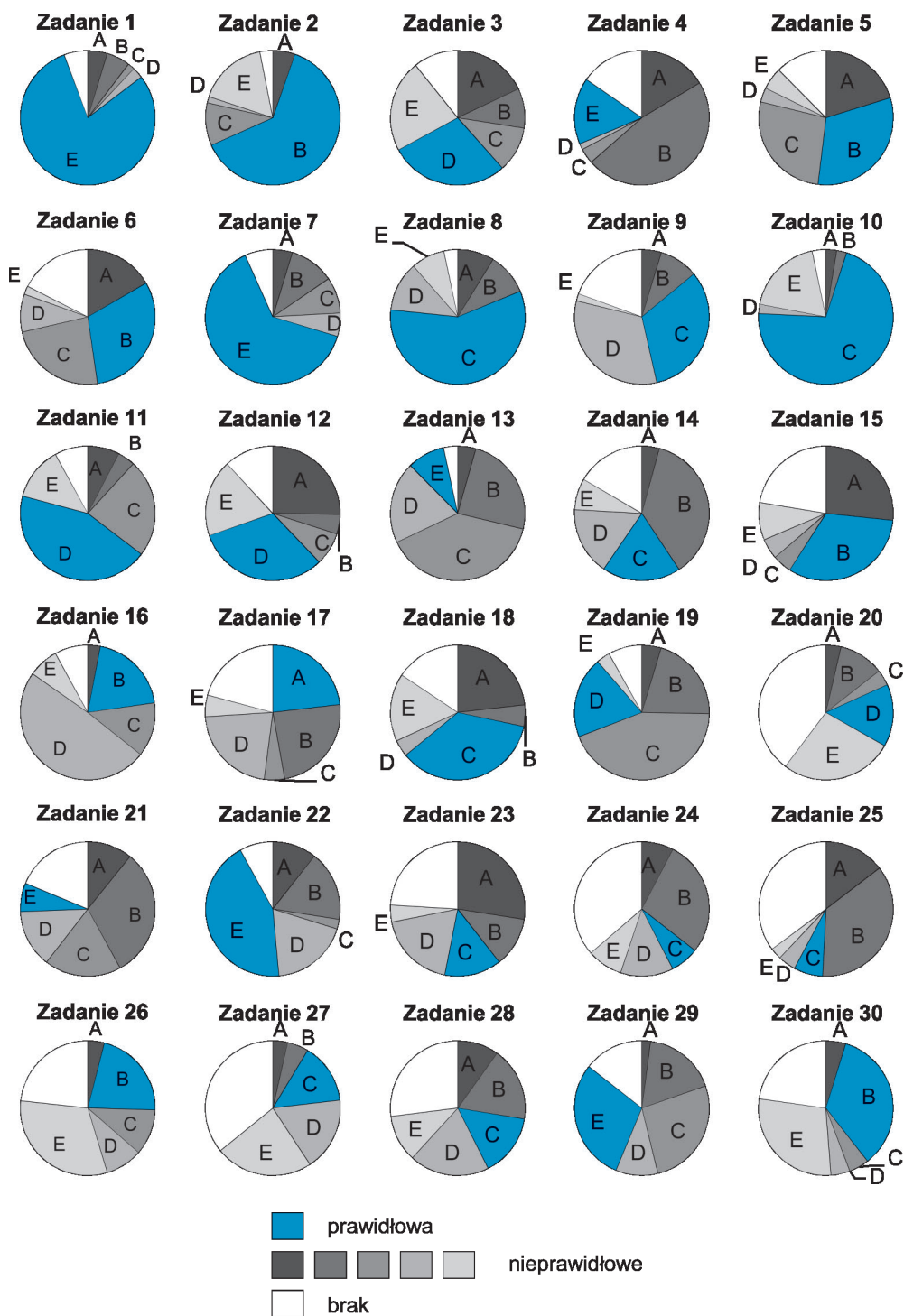
$$\text{Z równań } \begin{cases} E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \\ 2E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-(1,5v)^2/c^2}} \end{cases} \text{ wyliczamy}$$

$v = c\sqrt{\frac{3}{8}}$. Stąd $1,5v = c\sqrt{\frac{27}{32}} < c$. Łatwo sprawdzić, że do sprzeczności prowadzą tylko takie dane, przy których pęd rósłby mniej razy niż energia.

■ 28. Zwojnica powiększona w skali 2:1 ma dwa razy większą długość, a jej drut jest dwa razy dłuższy i ma dwa razy większą średnicę (a więc 4 razy większą powierzchnię przekroju). Liczba zwojów nie zmienia się. Z parametrów drutu wynika, że opór zwojnicy zmalał 2 razy, co dwukrotnie zwiększa natężenie prądu, co – z kolei – powoduje dwukrotne zwiększenie indukcji magnetycznej. Natomiast dwukrotne zwiększenie długości zwojnicy przy tej samej liczbie zwojów powoduje dwukrotne zmniejszenie indukcji magnetycznej. W rezultacie wartość indukcji magnetycznej jest taka sama, jak w mniejszej zwojnicy. **Odpowiedź C.**

■ 29. Przyłożenie dodatkowej siły powinno: 1° zrównoważyć już działające siły i 2° zrównoważyć ich momenty siły. Warunek 1° spełniają wszystkie siły A–E, bo wszystkie mają właściwą wartość, kierunek i zwrot, różnią się tylko punktem przyłożenia. Warunek 2° wymaga obliczenia momentów sił F_1 i F_2 . Najwygodniej obliczać momenty względem punktu leżącego na przecięciu prostych, wzdłuż których siły te działają – bo względem tego punktu moment każdej z sił F_1 , F_2 , ma wartość zero (ze względu na zerowe ramię siły). Zatem również dodatkowa siła powinna mieć zerowy moment i ramię względem tego punktu, powinna więc działać wzdłuż prostej przechodzącej przez ten punkt. Jest to więc siła E.

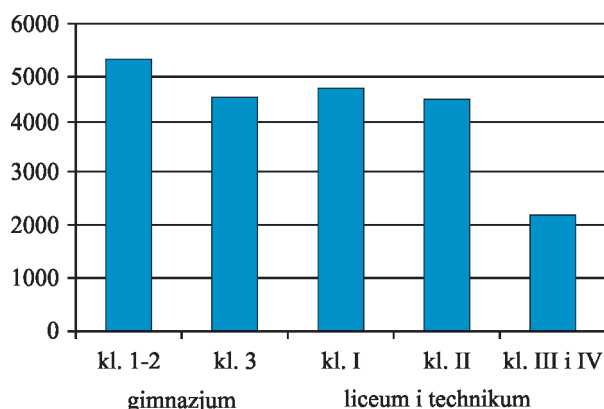
■ 30. Drugi gołąb leciał do brzegu z odległości większej niż pierwszy. Na przebycie różnicy tych dwóch odległości gołąb potrzebował 12 minut, a statek godziny. Prędkość gołębia była więc 5 razy większa od prędkości statku. **Odpowiedź B.** Sytuacja ta jest trochę nietypowym przykładem zjawiska Dopplera: gdy źródło sygnałów okresowych (gołębi), biegnących z prędkością c , oddala się od odbiorcy z prędkością v , to czas między kolejnymi sygnałami jest dla odbiorcy $1+v/c$ razy dłuższy niż dla nadawcy (a częstotliwość maleje w odwrotnym stosunku). U nas dla nadawcy była to 1 godzina, a dla odbiorcy 6/5 godziny, więc $1+v/c = 6/5$, czyli $v/c = 1/5$.



Lwiątko 2010 - sprawozdanie

Statystyka

Konkurs nadal cieszy się dużą popularnością. Zgłoszono ponad 21000 uczestników z prawie 1500 szkół. Oto struktura zgłoszeń:



Rekordowo z jednej szkoły zgłoszono 150 uczniów (były dwie takie szkoły), z czterdziestu pięciu szkół po jednym. Mediana liczby uczestników wynosiła 11. Tradycyjnie w konkursie wzięły udział szkoły we Lwowie i w czeskim Cieszynie.

Wyniki

Średnie oraz mediany liczby zdobytych punktów na poszczególnych poziomach:

Klasa	gimnazjum		liceum i technikum		
	1-2	3	I	II	III i IV
Średnia	47,22	58,71	52,72	41,74	47,61
Mediana	44,25	57,25	51,25	40,00	45,00

A oto najlepsze rezultaty:

Klasa 1-2 gimnazjum

- 1-2. **Jakub Supel**, Gimnazjum z Oddziałami Dwujęzycznymi nr 42, Warszawa, **135,00 pkt.**
- 1-2. **Grzegorz Adamski**, Zespół Szkół Nr 1-Gimnazjum i Liceum im. ks. P. Skargi, Szamotuły, **135,00 pkt.**
3. **Paweł Zalecki**, Katolickie Gimnazjum i Liceum im. Świętej Rodziny z Nazaretu, Kraków, **130,00 pkt.**

4. **Michał Turski**, Gimnazjum z Oddziałami Dwujęzycznymi nr 42, Warszawa, **126,75 pkt.**
- 5-7. **Krystian Koziątek**, Publiczne Gimnazjum im. Gen. Aleksandra Krzyżanowskiego „Wilka”, Kadzidło, **123,75 pkt.**
- 5-7. **Michał Mazur**, Gimnazjum nr 3 im. Noblistów Polskich, Gliwice, **123,75 pkt.**
- 5-7. **Filip Śnieguła**, Gimnazjum 58 im. Jana Nowaka Jeziorańskiego, Poznań, **123,75 pkt.**
8. **Jakub Staroń**, Gimnazjum nr 1 im. ks. Tomasza Wuwera, Pawłowice, **122,00 pkt.**
9. **Andrzej Pustelnik**, Gimnazjum nr 6 im. J. Pawła II, Tarnów, **121,25 pkt.**
10. **Radosław Potkaj**, Publiczne Gimnazjum im. Gen. Aleksandra Krzyżanowskiego „Wilka”, Kadzidło, **120,00 pkt.**

Klasa 3 gimnazjum

1. **Mateusz Zieliński**, Gimnazjum i Liceum Akademickie, Toruń, **131,25 pkt.**
2. **Kacper Oreszczuk**, Zespół Szkół Samorządowych, Garbatka-Letnisko, **128,75 pkt.**
3. **Adam Frank**, Gimnazjum nr 2, Białystok, **128,25 pkt.**
4. **Kajetan Nadolski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 6, Bydgoszcz, **125,00 pkt.**
5. **Maksymilian Wojtas**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7, Szczecin, **124,25 pkt.**
- 6-7. **Maciej Kacprzak**, Liceum Władysława IV, Warszawa, **123,75 pkt.**
- 6-7. **Karol Kosiński**, Gimnazjum i Liceum Akademickie, Toruń, **123,75 pkt.**
- 8-9. **Natanael Spisak**, V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków, **122,00 pkt.**
- 8-9. **Tomasz Tokarski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 11, Bytom, **122,00 pkt.**
10. **Filip Rochowiak**, Gimnazjum, Janikowo, **121,25 pkt.**

Klasa I liceum i technikum

- 1-3. **Sebastian Olędzki**, I LO im. A. Mickiewicza, Białystok, **121,25 pkt.**
- 1-3. **Aleksander Sas**, LO nr 3 im. A. Mickiewicza, Wrocław, **121,25 pkt.**
- 1-3. **Jakub Klencki**, I LO im. M. Kopernika, Łódź, **121,25 pkt.**
4. **Bartosz Tarnawski**, Zespół Szkół Katolickich Nr 1, Katowice, **120,75 pkt.**
5. **Jakub Pawlikowski**, LO nr 3 im. A. Mickiewicza, Wrocław, **120,00 pkt.**
- 6-7. **Tomasz Prokop**, LO nr 2 im. J. Chreptowicza, Ostrowiec Świętokrzyski, **118,50 pkt.**
- 6-7. **Maciej Galka**, II Liceum Ogólnokształcące, Gdańsk, **118,50 pkt.**
8. **Jakub Brzosko**, I LO im. A. Mickiewicza, Białystok, **117,50 pkt.**
9. **Piotr Urbańczyk**, VIII LO im. M. Skłodowskiej-Curie, Katowice, **117,25 pkt.**
- 10-11. **Bartłomiej Słyś**, I LO im. M. Kopernika, Krosno, **115,00 pkt.**
- 10-11. **Marcin Sobol**, LO nr 3 im. A. Mickiewicza, Wrocław, **115,00 pkt.**

Klasa II liceum i technikum

1. **Adam Wyrzykowski**, V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków, **135,00 pkt.**
2. **Wojciech Tarnowski**, 2 Liceum Ogólnokształcące, Rzeszów, **133,75 pkt.**
3. **Karol Suszczyński**, Zespół Szkół nr 14, Wrocław, **127,50 pkt.**
4. **Stanisław Kobus**, Gimnazjum i Liceum Akademickie, Toruń, **118,50 pkt.**
5. **Marcin Śliwa**, I LO im. St. Staszica, Lublin, **110,00 pkt.**

6. **Jakub Sawicki**, III LO im. A. Mickiewicza, Katowice, **108,75 pkt.**
7. **Wojciech Dyba**, Zespół Szkół Ogólnokształcących - LO im. KEN, Stalowa Wola, **106,25 pkt.**
8. **Piotr Rogacki**, Zespół Szkół nr 2, Wałbrzych, **102,00 pkt.**
9-10. **Adam Pańkowski**, I LO im. A. Mickiewicza, Białystok, **101,25 pkt.**
9-10. **Roman Stasiński**, Publiczne LO Nr II z Oddz. Dwujęzycznymi, Opole, **101,25 pkt.**

Klasa III liceum i technikum

1. **Adam Ścibior**, VIII LO im A Mickiewicza, Poznań, **130,00 pkt.**
2. **Paweł Żuk**, I LO im. B. Krzywoustego, Słupsk, **127,50 pkt.**
3. **Jakub Chęciński**, Powiatowe Liceum im. St. Wyspiańskiego, Kęty, **123,75 pkt.**
4. **Daniel Gustaw**, IV LO im. T. Kościuszki, Toruń, **121,25 pkt.**
5. **Wacław Banasik**, VIII LO im. M. Skłodowskiej-Curie, Katowice, **119,75 pkt.**
6-7. **Wojciech Kaluski**, VIII LO im. M. Skłodowskiej-Curie, Katowice, **118,75 pkt.**
6-7. **Wiktor Wolak**, I Liceum Ogólnokształcące, Zielona Góra, **118,75 pkt.**
8. **Wacław Moryson**, VIII LO im. A. Mickiewicza, Poznań, **113,75 pkt.**
9. **Tomasz Kępa**, I LO im. M. Kopernika, Łódź, **112,50 pkt.**
10. **Krzysztof Strojny**, V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków, **112,25 pkt.**

Jak zwykle najlepsi otrzymali nagrody oraz honorowe tytuły:

„**hiperon Ω** ” - dla osób, które otrzymały co najmniej 125 punktów,

„**kaon**” - dla osób, które otrzymały co najmniej 100 i mniej niż 125 punktów,

„**taon**” - dla osób, które otrzymały co najmniej 75 i mniej niż 100 punktów.

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

Organizatorzy

Spis treści

Lwiątko 2010 - 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 2010 - rozwiązania i odpowiedzi

Klasy 1-2 gimnazjum	23
Klasy 3 gimnazjum	28
Klasy I liceum i technikum	33
Klasy II liceum i technikum	39
Klasy III i IV liceum i technikum . . .	44

Broszurkę wyprodukowano na potrzeby
 Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”
 Egzemplarz bezpłatny
 Rozwiązania zadań opracowali *Piotr Goldstein i Adam Smólski*
 Zestawy zadań są chronione prawem autorskim
 © Copyright Stowarzyszenie Absolwentów i Przyjaciół V LO Kraków
 Skład i łamanie *Witold Zawadzki*
 Druk *Drukarnia Pijarów Kraków*
 Nakład 3000 egz.