

Ogólnopolski Konkurs Fizyczny

Lwiątko 2022

Zadania z rozwiązaniami



Kraków 2022

Lwiątko ze Lwowa

Oddajemy do Państwa rąk broszurę zawierającą zadania z dziewiętnastej edycji Ogólnopolskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”, która odbyła się 28 marca 2022 r. Konkurs organizują szkoły na własnym terenie, na kilku poziomach dostosowanych do wieku i klasy. Uczestnicy udzielają odpowiedzi na 30 zadań testowych (10 zadań po 3 punkty, 10 po 4 punkty i 10 po 5 punktów). Mają na to 75 minut.

Przypomnijmy trochę historii: w 2001 roku, z inicjatywy Lwowskiego Liceum Matematyczno-Fizycznego, powstał na Ukrainie Konkurs LEVENIA – Lwiątko. Na jesieni 2002 roku lwowscy organizatorzy zaproponowali, by konkurs odbywał się także w Polsce. Podchwyceno tę propozycję i w 2003 roku „Lwiątko” miało po raz pierwszy swą polską edycję. Stroną organizacyjną zajęło się Towarzystwo Przyjaciół I Społecznego Liceum Ogólnokształcącego w Warszawie. Od 2009 roku organizatorem konkursu było Stowarzyszenie Absolwentów i Przyjaciół V Liceum Ogólnokształcącego im. Augusta Witkowskiego w Krakowie. Obecnie organizatorem konkursu jest Fundacja Akademia Młodych Fizyków. Kolejna, 20. edycja „Lwiątko” odbędzie się **27 marca 2023 roku**, jak zwykle w ostatni poniedziałek marca.

Rozwiązania najciekawszych zadań z „Lwiątko” często są publikowane w czasopiśmie dla nauczycieli fizyki i uczniów: „Foton” (www.foton.if.uj.edu.pl) i „Neutrino” (www.neutrino.if.uj.edu.pl).

Wszystkie informacje dotyczące konkursu (harmonogram, regulamin, formularz zgłoszeniowy oraz zadania z poprzednich edycji) można znaleźć na stronie www.lwiatko.org oraz na www.facebook.com/KonkursFizycznyLwiatko.

Patroni Konkursu:



Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytetu Jagiellońskiego



Polskie Towarzystwo Fizyczne



Oddział Krakowski
Polskiego Towarzystwa Fizycznego



Polskie Stowarzyszenie
Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych

Klasy 7 szkoły podstawowej

Zadania 1–10 za 3 punkty

■ 1. Wielkością fizyczną nie jest

- A. temperatura. B. siła.
C. ciśnienie. D. gęstość.
E. sekunda.

■ 2. 1 hPa (hektopaskal) jest równy

- A. 0,01 Pa. B. 10 Pa.
C. 1000 Pa. D. 0,1 kPa.
E. 1000 kPa.

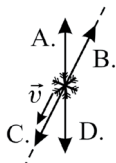
■ 3. Lwiątko biegnie z szybkością 18 km/h. Jaką drogę przebywa w ciągu 1 sekundy?

- A. 0,5 m B. 3 m
C. 5 m D. 30 m
E. 64,8 m

■ 4. Okres obrotu wskazówki minutowej zegara jest równy

- A. 1 s. B. 60 s.
C. 3600 s. D. 12 h.
E. 24 h.

■ 5. Lwiątko zauważyło, że śnieg pada ukośnie, a śnieżynki poruszają się ze stałą prędkością $\vec{v}$. Który z narysowanych na rysunku wektorów prawidłowo przedstawia siłę wypadkową działającą na poruszającą się śnieżynkę?



■ 6. Nagrodę Nobla z fizyki za badania nad zjawiskiem promieniotwórczości otrzymał(a)

- A. Albert Einstein.
B. Maria Skłodowska-Curie.
C. Roger Penrose.
D. Peter Higgs.
E. Paul Dirac.

■ 7. Ciepło właściwe wody wynosi 4200 J/(kg·°C). 1 cal (kaloria) to ilość energii, którą należy dostarczyć do 1 g wody, aby ją podgrzać o 1 °C. A zatem 1 cal to

- A. 0,42 J. B. 4,2 J.
C. 42 J. D. 420 J.
E. 4200 J.

■ 8. W których z przedstawionych sytuacji wykonasz pracę? 1 – trzymając w nieruchomej ręce opakowanie 1 kg mąki. 2 – ugniatając wałkiem ciasto na pierogi. 3 – przesuwając o 20 cm szklankę z wodą po stole. 4 – opierając się o blat stołu z siłą o wartości 30 N.

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

■ 9. Jeden z poniższych wzorów pozwala obliczyć masę m ciała, które poruszając się z prędkością o wartości v posiada energię kinetyczną E . Który to wzór?

- A. $m = \frac{v^2}{2E}$ B. $m = \frac{2E}{v^2}$
C. $m = \frac{E}{2v^2}$ D. $m = \frac{2v^2}{E}$

E. $m = 2Ev^2$

■ 10. Podczas zderzenia kula o masie 1 kg działała na kulę o masie 2 kg siłą o wartości 2 N. W tym samym czasie kula o masie 2 kg działała na kulę o masie 1 kg siłą o wartości

- A. 0 N. B. 1 N.
C. 2 N. D. 4 N.
E. Żadnej z wymienionych.

Zadania 11–20 za 4 punkty

■ 11. Przez tunel o długości 1000 m przejeżdża ze stałą szybkością 72 km/h pociąg o długości 200 m. Jak długo cały pociąg znajduje się w tunelu?

- A. 40 s B. 30 s
C. 10 s D. 50 s
E. 60 s

■ 12. W czasie 40 minut śmigło wentylatora wykonało 1 000 000 obrotów. Ile wynosi okres obrotu śmigła?

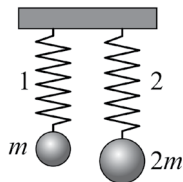
- A. 2,4 μ s B. 60 μ s
C. 2,4 ms D. 60 ms
E. 417 ms

■ 13. 1 m^3 stali ma masę 7800 kg. Jaka masę ma 1 cm^3 stali?

- A. 0,78 g B. 7,8 g
C. 78 g D. 0,78 kg
E. 7,8 kg

■ 14. Do sufitu przyczepiono dwie jednakowe sprężyny, na których wiszą nieruchomo dwie kule o masach m i $2m$ (rysunek). Ile wynosi iloraz energii potencjalnych sprężystości sprężyn E_1/E_2 ?

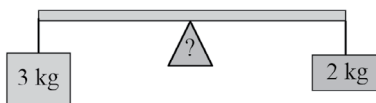
- A. $1/4$
B. $1/2$
C. 1
D. 2
E. 4



■ 15. Kartka papieru ma gramaturę 80 g/m^2 . Jaka masę ma kawałek papieru o powierzchni 1 cm^2 ?

- A. 0,8 mg B. 8 mg
C. 80 mg D. 0,8 g
E. 8 g

■ 16. W jakiej odległości od prawego końca należy podeprzeć lekką listewkę o długości 90 cm z wiszącymi ciężarkami (rysunek), aby była w równowadze?



- A. 30 cm B. 36 cm
C. 40 cm D. 54 cm
E. 60 cm

■ 17. Gdy motorówka płynie w górę rzeki, to względem brzegu porusza się z prędkością 39 km/h , a gdy płynie w dół rzeki, to przy tej samej mocy silnika porusza się względem brzegu z prędkością 45 km/h . Z jaką prędkością płynie woda w tej rzece?

- A. 3 km/h B. 6 km/h
C. 21 km/h D. 42 km/h
E. 84 km/h

■ 18. Jednostka ciepła topnienia jest taka sama, jak jednostka

- A. pracy. B. ciepła.
C. mocy. D. kwadratu prędkości.
E. przyspieszenia.

■ 19. Lwiątko o masie 100 kg wbiega z prędkością o wartości 20 m/s po zboczu na górę o wysokości 400 m . Ile wynosi energia kinetyczna lwiątko, gdy jest w połowie dystansu?

- A. 1000 J B. 2000 J
C. $20\,000 \text{ J}$ D. 40 kJ
E. 2000 kJ

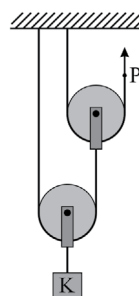
■ 20. Dwadzieścia jednakowych kulek zważono razem na wadze o dokładności 1 g . Wskazanie wagi wyniosło 50 g . Masa jednej kulki wraz z niepewnością pomiarową wynosi

- A. $(2,5 \pm 1,0) \text{ g}$.
B. $(0,25 \pm 0,1) \text{ g}$.
C. $(2,5 \pm 0,5) \text{ g}$.
D. $(0,25 \pm 0,05) \text{ g}$.
E. $(2,50 \pm 0,05) \text{ g}$.

Zadania 21–30 za 5 punktów

■ 21. Koniec P nici porusza się pionowo do góry z szybkością 1 m/s (rysunek). Nici są nierozciągliwe. Z jaką szybkością porusza się klocek K?

- A. $0,25 \text{ m/s}$
B. $0,5 \text{ m/s}$
C. 1 m/s
D. 2 m/s
E. 4 m/s



■ 22. Mała mrówka, idąca z prędkością 4 m/min , dogania i wyprzedza pełzającą w tę samą stronę z prędkością 1 m/min dżdżownicę o długości 10 cm . Jak długo trwa to „wyprzedzanie”?

- A. $1,2 \text{ s}$ B. $1,5 \text{ s}$ C. 2 s
D. $2,5 \text{ s}$ E. $3,3 \text{ s}$

■ 23. Wartość siły nośnej działającej na skrzydło samolotu można wyrazić wzorem

$$F = \frac{1}{2} C \cdot d \cdot S \cdot v^2,$$

gdzie d to gęstość powietrza, S – pole powierzchni skrzydła, v – wartość prędkości

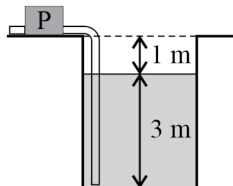
samolotu. Jednostka współczynnika C to

- A. 1 N. B. $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.
C. $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$. D. $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^4}{\text{s}}$.

E. Współczynnik C jest wielkością bezwymiarową.

■ 24. W zbiorniku znajduje się 200 kg wody (rysunek). Ile wynosi minimalna praca (pomijając opory ruchu) potrzebna do wypompowania całej wody za pomocą pompy z rurą sięgającą dna? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

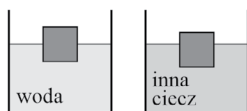
- A. 2000 J
B. 4000 J
C. 5000 J
D. 6000 J
E. 8000 J



■ 25. Winda o masie 500 kg porusza się w górę ruchem jednostajnie przyspieszonym i w czasie 1 s od startu osiąga prędkość 2 m/s. Jaką wartość ma (w przybliżeniu) siła naciągu liny ciągnącej rozpędzającą się windę? Opory ruchu pomijamy.

- A. 1000 N B. 2000 N
C. 5000 N D. 6000 N
E. 8000 N

■ 26. Drewniany klocek pływa swobodnie po powierzchni wody (gęstość 1000 kg/m^3), a połowa objętości klocka jest zanurzona w wodzie. Ten sam klocek w innej cieczy pływa tak, że zanurzone jest $2/3$ objętości klocka.



Ile wynosi gęstość tej cieczy?

- A. 1500 kg/m^3
B. 750 kg/m^3
C. 667 kg/m^3
D. 333 kg/m^3
E. Nie można obliczyć gęstości cieczy nie znając objętości klocka.

■ 27. Gdy na leżącą na stole książkę działa pozioma siła o wartości 1 N, to książka porusza się ruchem jednostajnym. Gdy na tę książkę działa pozioma siła o wartości 2 N, to książka porusza się z przyspieszeniem o wartości 2 m/s^2 . Jaką wartość będzie miało przyspieszenie książki, gdy na książkę będzie działała pozioma siła o wartości 4 N?

- A. 2 m/s^2 B. 3 m/s^2
C. 4 m/s^2 D. 5 m/s^2
E. 6 m/s^2

■ 28. W pokoju o wymiarach $3 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ i wysokości 2,5 m znajduje się powietrze o gęstości $1,2 \text{ kg/m}^3$. Wartość siły parcia, jaką powietrze w pokoju działa na podłogę, jest od wartości siły parcia powietrza na sufit większa o około

- A. 25 N. B. 30 N.
C. 36 N. D. 300 N.
E. 360 N.

■ 29. Leżącą na podłodze piłkę o masie 1 kg podniesiono o 2 m, wykonując przy tym pracę 25 J. Jaką energię kinetyczną uzyskała w tym czasie piłka? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A. 5 J B. 10 J
C. 20 J D. 25 J
E. 40 J

■ 30. Lwiątko uwielbia płatki kukurydziane. Gdy Lwiątko je posiłek, to w ciągu każdej minuty zjada połowę płatków, które znajdują się w misce. Ile płatków zjadło lwiątko w ciągu 4 minut, jeśli początkowo w misce znajdowało się 1200 płatków?

- A. 75 B. 300
C. 1050 D. 1125
E. 1200

Klasy 8 szkoły podstawowej

Zadania 1–10 za 3 punkty

■ 1. Przyrządem pomiarowym nie jest

- A. śruba mikrometryczna.
- B. suwmiarka.
- C. amperomierz.
- D. waga.
- E. nanometr.

■ 2. Lwiątko biegnie z szybkością 27 km/h. Jaką drogę przebywa w ciągu 10 sekund?

- A. 2,7 m
- B. 27 m
- C. 75 m
- D. 270 m
- E. 750 m

■ 3. 1 μm jest równy

- A. 0,001 m.
- B. 0,1 cm.
- C. 1000 m.
- D. 0,001 mm.
- E. 1 000 000 m.

■ 4. Podczas zderzenia kula o masie 2 kg działała na kulę o masie 3 kg siłą o wartości 3 N. W tym samym czasie kula o masie 3 kg działała na kulę o masie 2 kg siłą o wartości

- A. 2 N.
- B. 3 N.
- C. 4 N.
- D. 6 N.
- E. Żadnej z wymienionych.

■ 5. Która z wymienionych osób uznawana jest za twórcę Szczególnej i Ogólnej Teorii Względności?

- A. Albert Einstein
- B. Maria Skłodowska-Curie
- C. Pierre Curie
- D. Henri Becquerel
- E. Wilhelm Röntgen

■ 6. Jak wiadomo, z Ziemi widzimy stale tę samą stronę Księżyca. Dzieje się tak dlatego, że

- A. Księżyc nie obraca się wokół własnej osi.
- B. Księżyc obraca się wokół własnej osi w tę samą stronę, w którą obiega Ziemię, a okres obrotu jest równy okresowi obiegu wokół Ziemi.
- C. Księżyc obraca się wokół własnej osi w przeciwną stronę, niż ta, w którą obiega Ziemię, a okres obrotu jest równy okresowi obiegu wokół Ziemi.

D. Księżyc obraca się wokół własnej osi w tę samą stronę, w którą obiega Ziemię, a okres obrotu jest dwa razy większy niż okres obiegu wokół Ziemi.

E. Księżyc obraca się wokół własnej osi w przeciwną stronę, niż ta, w którą obiega Ziemię, a okres obrotu jest dwa razy większy niż okres obiegu wokół Ziemi.

■ 7. Lwiątko o masie 80 kg biegnie z prędkością o wartości 15 m/s. Ile wynosi energia kinetyczna lwiątką?

- A. 600 J
- B. 1200 J
- C. 9000 J
- D. 18 kJ
- E. 720 kJ

■ 8. Gęstość aluminium wynosi 2700 kg/m^3 . Jaką masę (w przybliżeniu) ma aluminiowa płyta o wymiarach $25 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ i grubości 2 mm?

- A. 5,4 g
- B. 540 g
- C. 54 g
- D. 5,4 kg
- E. 540 kg

■ 9. Jednostką ciepła jest

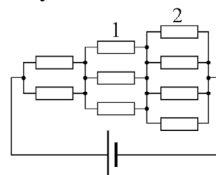
- A. 1 K.
- B. 1°C .
- C. 1 J/K.
- D. 1 J/(kg·K).
- E. $1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$.

■ 10. Dwie kulki naelektryzowano: kulkę 1 ładunkiem 5 mC, kulkę 2 ładunkiem 10 mC. Jeśli F_1 oznacza wartość siły, jaką kulka 2 działa na kulkę 1, a F_2 wartość siły, jaką kulka 1 działa na kulkę 2, to

- A. $F_1 = 4 F_2$.
- B. $F_1 = 2 F_2$.
- C. $F_1 = F_2$.
- D. $F_2 = 2 F_1$.
- E. $F_2 = 4 F_1$.

Zadania 11–20 za 4 punkty

■ 11. Jednakowe oporniki połączono jak na rysunku i podłączono do baterii.



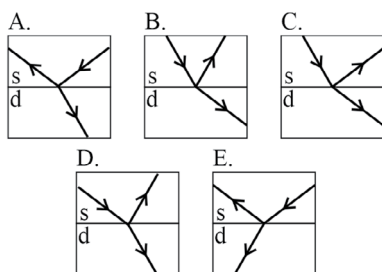
Jeśli przez opornik oznaczony 1 płynie prąd o natężeniu 12 mA, to przez opornik oznaczony 2 płynie prąd o natężeniu

- A. 6 mA. B. 8 mA.
C. 9 mA. D. 12 mA.
E. 16 mA.

■ 12. Przez tunel o długości 1000 m przejeżdża ze stałą szybkością 72 km/h pociąg o długości 200 m. Jak długo jakikolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu?

- A. 30 s B. 40 s
C. 50 s D. 60 s
E. 70 s

■ 13. Współczynnik załamania światła szkła jest równy 1,5, a diamentu 2,4. Który z rysunków prawidłowo przedstawia odbicie i załamanie światła na granicy szkła (s) – diament (d)?



■ 14. Gdy motorówka płynie w górę rzeki, to względem brzegu porusza się z prędkością 35 km/h, a gdy płynie w dół rzeki, to przy tej samej mocy silnika porusza się względem brzegu z prędkością 43 km/h. Z jaką prędkością w tej rzece płynie woda?

- A. 4 km/h B. 8 km/h
C. 16 km/h D. 39 km/h
E. 78 km/h

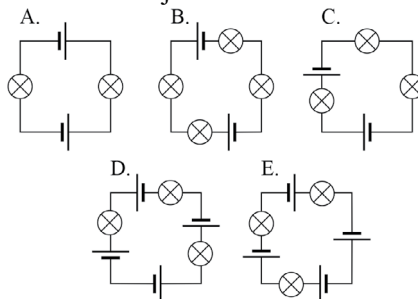
■ 15. Jak zmieni się opór zastępczy układu trzech jednakowych oporników połączonych równolegle, jeśli oporniki te rozłączymy, a następnie połączymy szeregowo?

- A. zmaleje 3-krotnie
B. wzrośnie 3-krotnie
C. zmaleje 9-krotnie
D. wzrośnie 9-krotnie
E. zmaleje 27-krotnie

■ 16. Jeśli długość wahadła matematycznego zmaleje o 75%, to okres drgań wahadła

- A. zmaleje o 75%.
B. zmaleje o 50%.
C. zmaleje o 13%.
D. wzrośnie o 50%.
E. wzrośnie o 75%

■ 17. Jednakowe żarówki i jednakowe baterijki łączono na różne sposoby. Który rysunek przedstawia schemat układu, w którym świeci choć jedna żarówka?



■ 18. Jeśli lupę ustawimy przy ścianie naprzeciw okna i będziemy oddalać od ściany, to przy pewnej odległości lupy od ściany na ścianie powstanie obraz obiektów znajdujących się za oknem. Będzie to obraz

- A. rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony.
B. rzeczywisty, prosty i pomniejszony.
C. pozorny, odwrócony i powiększony.
D. pozorny, prosty i powiększony.
E. pozorny, prosty i pomniejszony.

■ 19. Siła rozciągająca sprężynę podczas jej wydłużania o 1 cm od długości swobodnej wykonała pracę 1 J. Wydłużenie sprężyny o kolejny 1 cm wymaga wykonania dodatkowo pracy

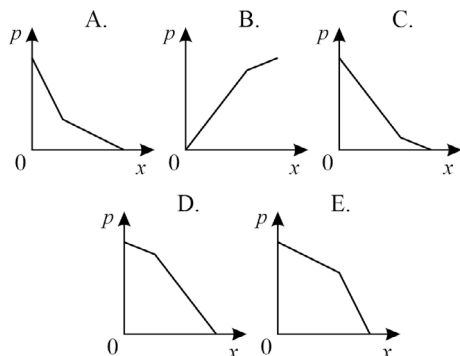
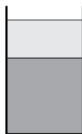
- A. 0,5 J. B. 1 J.
C. 2 J. D. 3 J.
E. 4 J.

■ 20. Dwadzieścia jednakowych kulek zważono razem na wadze o dokładności 0,1 g. Wskazanie wagi wyniosło 70,0 g. Masa jednej kulki wraz z niepewnością pomiarową wynosi

- A. $(3,5 \pm 0,1)$ g. B. $(0,35 \pm 0,01)$ g.
C. $(3,5 \pm 0,05)$ g. D. $(0,35 \pm 0,05)$ g.
E. $(3,500 \pm 0,005)$ g.

Zadania 21–30 za 5 punktów

■ **21.** W naczyniu znajdują się dwie niemieszające się, jednorodne ciecze (rysunek obok). Który wykres poprawnie przedstawia zależność ciśnienia hydrostatycznego p od odległości x od dna naczynia? Nie uwzględnij wpływu ciśnienia atmosferycznego.

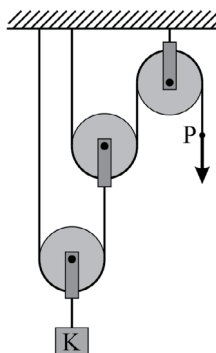


■ **22.** Gdy na leżącą na stole książkę działa pozioma siła o wartości 2 N, to książka porusza się ruchem jednostajnym. Gdy na tę książkę działa pozioma siła o wartości 3 N, to książka porusza się z przyspieszeniem o wartości 2 m/s^2 . Jaką wartość będzie miało przyspieszenie książki, gdy na książkę będzie działała pozioma siła o wartości 6 N?

- A. 4 m/s^2 B. $4,5 \text{ m/s}^2$
C. 5 m/s^2 D. 6 m/s^2
E. 8 m/s^2

■ **23.** Koniec P nici porusza się pionowo w dół z szybkością 40 cm/s (rysunek). Nici są nierozciągliwe. Z jaką szybkością porusza się klocek K?

- A. 5 cm/s
B. 10 cm/s
C. 20 cm/s
D. 40 cm/s
E. $1,6 \text{ m/s}$



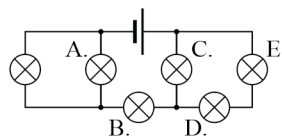
■ **24.** Winda o masie 400 kg porusza się w górę ruchem jednostajnie przyspieszonym i w czasie $1,5 \text{ s}$ od startu osiąga prędkość 3 m/s . Jaką wartość ma (w przybliżeniu) siła naciągu liny ciągnącej rozpędzającą się windę? Opory ruchu pomijamy.

- A. 800 N
B. 1200 N
C. 3200 N
D. 4800 N
E. 8000 N

■ **25.** Długość krawędzi sześcianu zmierzono z niepewnością względną 2% . Niepewność względną wyznaczenia objętości tego sześcianu można oszacować na około

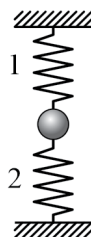
- A. 2% .
B. 3% .
C. 4% .
D. 6% .
E. 8% .

■ **26.** Żarówki są jednakowe (rysunek). Na której żarówce jest największe napięcie?

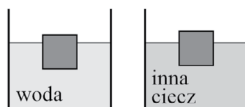


■ **27.** Dwie jednakowe, nieważkie sprężyny o współczynniku sprężystości 100 N/m połączono z kulką o masie 200 g . Układ zamocowano pomiędzy dolną i górną ścianką pudełka, jak na rysunku. Przyjmij $g = 10 \text{ m/s}^2$. Jeśli kulka spoczywa, a sprężyna 1 jest rozciągnięta o 3 cm , to sprężyna 2

- A. jest rozciągnięta o 1 cm .
B. jest rozciągnięta o 5 cm .
C. jest rozciągnięta o $2,8 \text{ cm}$.
D. jest ściśnięta o 1 cm .
E. jest ściśnięta o 5 cm .



■ 28. Drewniany klocek pływa swobodnie po powierzchni wody (gęstość 1000 kg/m^3), a $\frac{4}{5}$ objętości klocka jest zanurzone w wodzie. Ten sam klocek w innej cieczy pływa tak, że wynurzona jest $\frac{1}{3}$ objętości klocka.



Ile wynosi gęstość tej cieczy?

- A. 500 kg/m^3
- B. 800 kg/m^3
- C. 1200 kg/m^3
- D. 2400 kg/m^3
- E. Nie można obliczyć gęstości cieczy, nie znając objętości klocka.

■ 29. W jakiej odległości x od soczewki skupiającej o ogniskowej f należy umieścić przedmiot, aby otrzymać ostry obraz takiej samej wielkości jak przedmiot?

- A. $x = f$
- B. $x = f/2$
- C. $x = 2f$
- D. $x = 4f$
- E. Otrzymanie takiego obrazu jest niemożliwe.

■ 30. Lwiątko uwielbia płatki kukurydziane. Gdy Lwiątko je posiłek, to w ciągu każdej minuty zjada połowę płatków, które znajdują się w misce. Ile płatków zjadło lwiątko w ciągu 5 minut, jeśli początkowo w misce znajdowało się 1600 płatków?

- A. 50
- B. 320
- C. 1500
- D. 1550
- E. 1600

Klasy 1 liceum i technikum

Zadania 1–10 za 3 punkty

■ 1. Jeśli jadąc samochodem mijamy znajdujące się przy drodze słupki hektometrowe co 3 s, to względem jezdni poruszamy się z prędkością o wartości

- A. 20 km/h. B. 60 km/h.
C. 72 km/h. D. 120 km/h.
E. 144 km/h.

■ 2. Pierwszym laureatem nagrody Nobla w dziedzinie fizyki był

- A. Alfred Nobel.
B. Wilhelm Röntgen.
C. Albert Einstein.
D. Max Planck.
E. Richard Feynman.

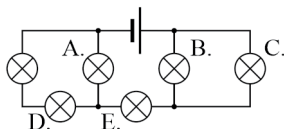
■ 3. Podczas zderzenia kula o masie 1 kg działała na kulę o masie 3 kg siłą o wartości 3 N. W tym samym czasie kula o masie 3 kg działała na kulę o masie 1 kg siłą o wartości

- A. $1/3$ N. B. 1 N.
C. 3 N. D. 9 N.
E. Żadnej z wymienionych.

■ 4. Gęstość stali wynosi 8000 kg/m^3 . Stalowa płytko o wymiarach $1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm}$ i grubości 1 mm ma masę

- A. 8 g. B. 80 dag.
C. 8 kg. D. 0,8 kg.
E. 8 dag.

■ 5. Żarówki są jednakowe (rysunek). Przez którą żarówkę płynie prąd o największym natężeniu?

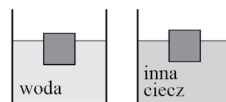


■ 6. Odległość Ziemia–Księżyc to około

- A. 6370 km.
B. 40 tys. km.
C. 300 tys. km.
D. 400 tys. km.
E. 150 mln km.

■ 7. Drewniany klocek pływa swobodnie po powierzchni wody (gęstość 1000 kg/m^3), a $1/5$ objętości klocka jest wynurzona. Ten sam klocek w innej cieczy pływa tak, że zanurzone jest w niej $2/3$ objętości klocka. Ile wynosi gęstość tej cieczy?

- A. 2400 kg/m^3
B. 1200 kg/m^3
C. 800 kg/m^3
D. 300 kg/m^3



E. Nie można obliczyć gęstości cieczy, nie znając objętości klocka.

■ 8. Opór odcinka przewodu o przekroju kołowym wynosi R . Opór przewodu wykonanego z tego samego materiału, ale mającego wszystkie wymiary zwiększone n razy jest równy

- A. R/n . B. R/n^2 .
C. $R \cdot n$. D. $R \cdot n^2$.
E. $R \cdot n^3$.

■ 9. Ciała o masach M i m mają równe pędy, a ich prędkości są znacznie mniejsze od prędkości światła. Stosunek energii kinetycznej ciała o masie M do energii kinetycznej ciała o masie m jest równy

- A. m/M . B. M/m .
C. $(M/m)^2$. D. $(m/M)^2$.
E. 1.

■ 10. Aby okres drgań wahadła matematycznego zmalał o 50%, wahadło należy

- A. skrócić o 50%.
B. wydłużyć o 50%.
C. skrócić o 29%.
D. skrócić o 75%.
E. wydłużyć o 100%.

Zadania 11–20 za 4 punkty

■ 11. Przez tunel o długości 800 m przejeżdża ze stałą szybkością 72 km/h pociąg o długości 200 m. Jak długo jakkolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu?

- A. 60 s B. 50 s
C. 40 s D. 30 s
E. 20 s

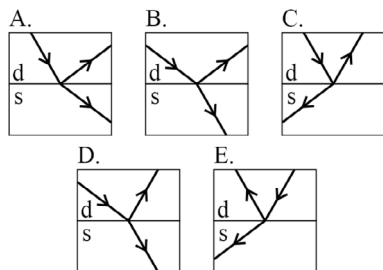
■ **12.** Gdy na leżącą na stole książkę działa pozioma siła o wartości 2 N, to książka porusza się ruchem jednostajnym. Gdy na tę książkę działa pozioma siła o wartości 4 N, to książka porusza się z przyspieszeniem o wartości 4 m/s^2 . Jaką wartość będzie miało przyspieszenie książki, gdy na książkę będzie działała pozioma siła o wartości 8 N?

- A. 6 m/s^2
- B. 8 m/s^2
- C. 10 m/s^2
- D. 12 m/s^2
- E. 16 m/s^2

■ **13.** Motocykl ruszył z miejsca i poruszając się ze stałym przyspieszeniem rozpędził się do prędkości o wartości 60 km/h , po czym od razu zaczął zwalniać jednostajnie. Jaką średnią wartość miała prędkość motocykla od początku ruchu do chwili, gdy zwolnił do szybkości 30 km/h ? Zwalnianie do tej szybkości trwało dwa razy dłużej niż przyspieszanie.

- A. 30 km/h
- B. 35 km/h
- C. 40 km/h
- D. 45 km/h
- E. 50 km/h

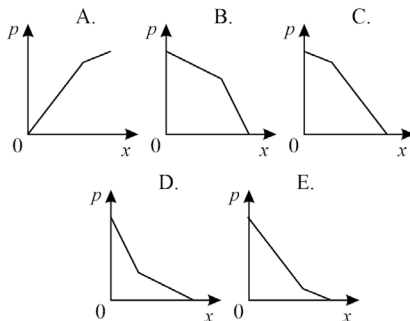
■ **14.** Współczynnik załamania światła diamentu jest równy 2,4, a szkła 1,5. Który z rysunków prawidłowo przedstawia odbicie i załamanie światła na granicy diament (d) – szkło (s)?



■ **15.** W naczyniu znajdują się dwie niemieszające się, jednorodne ciecze (rysunek obok). Który wykres poprawnie przedstawia zależność ciśnienia hydrostatycznego p od odległości x od dna na-



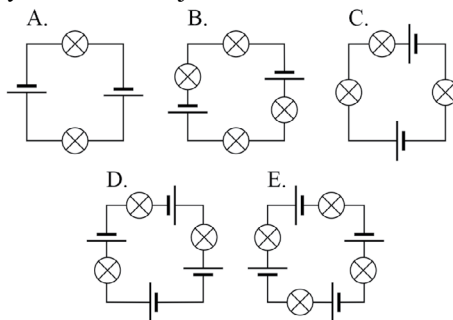
czynia? Przyjmij, że ciśnienie atmosferyczne jest pomijalnie małe.



■ **16.** Jak zmieni się opór zastępczy układu połączonych szeregowo trzech jednakowych oporników, jeśli oporniki te rozłączymy i połączymy równolegle?

- A. zmaleje 3-krotnie
- B. zmaleje 9-krotnie
- C. wzrośnie 3-krotnie
- D. wzrośnie 9-krotnie
- E. wzrośnie 27-krotnie

■ **17.** Jednakowe żarówki i jednakowe baterijki łączono na różne sposoby. Który rysunek przedstawia schemat układu, w którym świeci choć jedna żarówka?



■ **18.** W której spośród wymienionych odległości od soczewki skupiającej o ogniskowej 20 cm należy umieścić świecący przedmiot, aby na ekranie ustawionym w odpowiedniej odległości otrzymać ostry obraz rzeczywisty, odwrócony i powiększony?

- A. 7 cm
- B. 15 cm
- C. 32 cm
- D. 45 cm
- E. Otrzymanie takiego obrazu nie jest możliwe przy żadnej z wymienionych odległości.

■ 19. Dwie jednakowe, nieważkie sprężyny o współczynniku sprężystości 200 N/m połączono z kulką o masie 400 g . Układ zamocowano pomiędzy dolną i górną ścianką pudełka, jak na rysunku. Jeśli kulka spoczywa, a sprężyna 1 jest rozciągnięta o 3 cm , to sprężyna 2

- A. jest rozciągnięta o około 1 cm .
- B. jest ściśnięta o około 1 cm .
- C. jest rozciągnięta o około $2,8 \text{ cm}$.
- D. jest ściśnięta o około 5 cm .
- E. jest rozciągnięta o około 5 cm .

■ 20. Dwadzieścia jednakowych kulek zważono razem na wadze o dokładności $0,1 \text{ g}$. Wskazanie wagi wyniosło $86,0 \text{ g}$. Masa jednej kulki wraz z niepewnością pomiarową wynosi

- A. $(4,3 \pm 0,1) \text{ g}$.
- B. $(0,43 \pm 0,01) \text{ g}$.
- C. $(4,3 \pm 0,005) \text{ g}$.
- D. $(4,300 \pm 0,005) \text{ g}$.
- E. $(0,43 \pm 0,05) \text{ g}$.

Zadania 21–30 za 5 punktów

■ 21. Rzucony pionowo w górę kamień doleciał na wysokość 45 m . Jaką drogę przebył ten kamień w ciągu pierwszej sekundy lotu? Przyjmij, że $g = 10 \text{ m/s}^2$, a opory ruchu są pomijalnie małe.

- A. 15 m
- B. $22,5 \text{ m}$
- C. 25 m
- D. 30 m
- E. 40 m

■ 22. Ile co najmniej jednakowych oporników, każdy o oporze 120Ω , należy połączyć, aby otrzymać układ o oporze zastępczym 280Ω ?

- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6
- E. 7

■ 23. Średnicę kulki zmierzono z niepewnością względną 1% . Niepewność względną wyznaczenia objętości tej kulki można oszacować na około

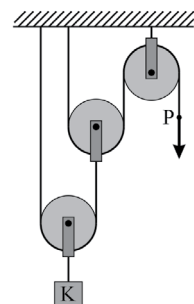
- A. $0,3\%$.
- B. 1% .
- C. $1,5\%$.
- D. 2% .
- E. 3% .

■ 24. Dwa oporniki połączono szeregowo i podłączono do baterii. Moc ciepła wydzielanego na pierwszym oporniku jest równa 2 W , a moc ciepła wydzielanego na drugim 8 W . Jeśli opór pierwszego opornika jest równy 100Ω , to opór drugiego wynosi

- A. 400Ω .
- B. 200Ω .
- C. 100Ω .
- D. 50Ω .
- E. 25Ω .

■ 25. Koniec P nici porusza się pionowo w dół z szybkością 80 cm/s (rysunek). Nici są nierozciągliwe. Z jaką szybkością porusza się klocek K?

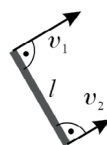
- A. 10 cm/s
- B. 20 cm/s
- C. 40 cm/s
- D. 50 cm/s
- E. $3,2 \text{ m/s}$



■ 26. W warunkach nieważkości kula o masie 120 g uderza w drugą, nieruchomą kulę. W wyniku czołowego, idealnie sprężystego zderzenia pierwsza kula odbija się wstecz z prędkością o wartości 3 razy mniejszej niż wartość prędkości początkowej. Jaką masę ma druga kula?

- A. 30 g
- B. 40 g
- C. 60 g
- D. 240 g
- E. 360 g

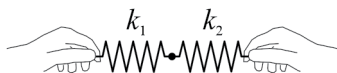
■ 27. Pręt o długości l porusza się ruchem złożonym: postępowym i obrotowym. W pewnej chwili końce pręta poruszają się z prędkościami zaznaczonymi na rysunku. Z jaką prędkością kątową obraca się ten pręt wokół swojego środka masy?



- A. $\frac{v_1 - v_2}{l}$
- B. $\frac{v_1 - v_2}{2l}$
- C. $\frac{2(v_1 + v_2)}{l}$
- D. $\frac{2(v_1 - v_2)}{l}$
- E. $\frac{v_1 + v_2}{l}$

■ 28. Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości k_1 i $k_2 = 2 \cdot k_1$ połączone jak na rysunku i rozciągnięto, wykonując przy tym pracę 120 J. O ile wzrosła energia potencjalna sprężystości pierwszej sprężyny podczas rozciągania?

- A. 96 J
- B. 80 J
- C. 60 J
- D. 40 J
- E. 24 J



■ 29. Gdy w bezwietrznych warunkach lwiątko jedzie samochodem po poziomej drodze ze stałą prędkością o wartości 40 km/h, silnik samochodu pracuje z mocą 24 kW. Ile wynosi moc silnika, gdy lwiątko jedzie z prędkością o wartości 60 km/h? Przyjmij, że siła oporów ruchu jest wprost proporcjonalna do prędkości.

- A. 16 kW
- B. 36 kW
- C. 54 kW
- D. 81 kW
- E. 121,5 kW

■ 30. Lwiątko uwielbia płatki kukurydziane. Gdy Lwiątko je posiłek, to w ciągu każdej minuty zjada połowę płatków, które znajdują się w misce. W 2 minuty lwiątko zjadło 1200 płatków. Ile płatków lwiątko zjadło w ciągu następnych 3 minut?

- A. 350
- B. 800
- C. 1200
- D. 1400
- E. 1800

Klasy 2 liceum i technikum

Zadania 1–10 za 3 punkty

■ 1. Jeśli jadąc samochodem mijamy znajdujące się przy drodze słupki hektometrowe co 4 s, to względem jezdni poruszamy się z prędkością o wartości

- A. 25 km/h. B. 60 km/h.
C. 72 km/h. D. 90 km/h.
E. 144 km/h.

■ 2. Kto z wymienionych jako pierwszy udowodnił, że tzw. mgławice są odległymi galaktykami znajdującymi się poza Drogą Mleczną?

- A. Edwin Hubble B. Mikołaj Kopernik
C. Galileusz D. Johannes Kepler
E. Ole Römer

■ 3. Średnia odległość Ziemia–Słońce to około

- A. 40 tys. km. B. 300 tys. km.
C. 400 tys. km. D. 150 mln m.
E. 150 mln km.

■ 4. Podczas zderzenia kula o masie 2 kg działała na kulę o masie 4 kg siłą o wartości 2 N. W tym samym czasie kula o masie 4 kg działała na kulę o masie 2 kg siłą o wartości

- A. 1 N. B. 2 N.
C. 4 N. D. 8 N.
E. Żadnej z wymienionych.

■ 5. Aby częstotliwość drgań wahadła matematycznego wzrosła o 100%, wahadło należy

- A. wydłużyć o 100%. B. wydłużyć o 25%.
C. skrócić o 25%. D. skrócić o 50%.
E. skrócić o 75%.

■ 6. Jednostką długości/odległości nie jest

- A. parsek. B. femtometr.
C. rok świetlny. D. tor.
E. jednostka astronomiczna.

■ 7. Jeśli objętość gazu doskonałego zmalała 2 razy, a temperatura bezwzględna gazu wzrosła 4 razy, to ciśnienie tego gazu

- A. wzrosło 8 razy. B. wzrosło 4 razy.
C. wzrosło 2 razy. D. zmalało 4 razy.
E. zmalało 8 razy.

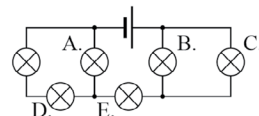
■ 8. Ciało wykonujące drgania harmoniczne pomiędzy położeniem równowagi a położeniem maksymalnego wychylenia porusza się ruchem

- A. jednostajnym.
B. jednostajnie opóźnionym.
C. jednostajnie przyspieszonym.
D. niejednostajnie opóźnionym.
E. niejednostajnie przyspieszonym.

■ 9. Przez tunel o długości 600 m przejeżdża ze stałą szybkością 72 km/h pociąg o długości 100 m. Jak długo jakiegokolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu?

- A. 20 s B. 25 s C. 30 s
D. 35 s E. 40 s

■ 10. Żarówki są jednakowe (rysunek). Przez którą spośród oznaczonych żarówek płynie prąd o najmniejszym natężeniu?



Zadania 11–20 za 4 punkty

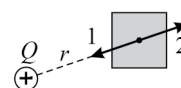
■ 11. Na oporniku podano następujące parametry: $R = 100 \, \Omega$, $P_{\text{MAX}} = 4 \, \text{W}$. Można z tego wywnioskować, że napięcie na tym oporniku nie może przekroczyć

- A. 400 V. B. 20 V. C. 4 V.
D. 0,04 V. E. 0,2 V.

■ 12. Papier ksero formatu A4 (210 mm $\times$ 297 mm) ma gramaturę 80 g/m² i jest sprzedawany w ryzach po 500 arkuszy. Ile, w przybliżeniu, waży dwa pudełka, każde po 5 ryz tego papieru?

- A. 25 kg B. 20 kg C. 12,5 kg
D. 10 kg E. 2,5 kg

■ 13. Środek metalowego sześcianu znajduje się w odległości r od dodatniego ładunku punkowego Q (rysunek).



Natężenie pola elektrycznego w środku sześcianu ma wartość

- A. zero.
 B. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ i jest zwrócone tak, jak wektor 1.
 C. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ i jest zwrócone tak, jak wektor 2.
 D. $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r^2}$ i jest zwrócone tak, jak wektor 1.
 E. $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r^2}$ i jest zwrócone tak, jak wektor 2.

■ 14. Energia wewnętrzna 1 mola cząsteczek azotu, który można traktować jako gaz doskonały, w wyniku podgrzania gazu o 100 °C wzrosła o około

- A. 416 J. B. 831 J.
 C. 1247 J. D. 1662 J.
 E. 2078 J.

■ 15. W której spośród wymienionych odległości od soczewki skupiającej o ogniskowej 15 cm należy umieścić świecący przedmiot, aby na ekranie ustawionym w odpowiedniej odległości otrzymać ostry obraz rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony?

- A. 7 cm B. 14 cm
 C. 30 cm D. 35 cm
 E. Otrzymanie takiego obrazu nie jest możliwe przy żadnej z wymienionych odległości.

■ 16. Jednostką współczynnika temperaturowej rozszerzalności liniowej jest

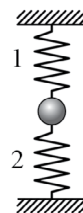
- A. K. B. 1/K.
 C. m/K. D. K/m.
 E. m·K.

■ 17. Motocykl ruszył z miejsca i poruszając się ze stałym przyspieszeniem rozprężył się do prędkości o wartości 80 km/h, po czym od razu zaczął zwalniać jednostajnie. Jaką średnią wartość miała prędkość motocykla od początku ruchu do chwili, gdy zwołał do prędkości o wartości 40 km/h? Zwalnianie do tej prędkości trwało trzy razy dłużej niż przyspieszanie.

- A. 40 km/h B. 45 km/h
 C. 50 km/h D. 55 km/h
 E. 60 km/h

■ 18. Dwie jednakowe, nieważkie sprężyny o współczynniku sprężystości 100 N/m połączone z kulką o masie 300 g. Układ zamocowano pomiędzy dolną i górną ścianką pudełka, jak na rysunku. Jeśli kulka spoczywa, a sprężyna 1 jest rozciągnięta o 4 cm, to sprężyna 2

- A. jest rozciągnięta o około 5 cm.
 B. jest rozciągnięta o około 1 cm.
 C. jest ściśnięta o około 1 cm.
 D. jest ściśnięta o około 2,8 cm.
 E. jest ściśnięta o około 5 cm.



■ 19. Dwa punktowe ładunki elektryczne o jednakowej wartości, ale przeciwnych znakach wytwarzają pole elektrostatyczne. W ilu punktach przestrzeni potencjał tego pola ma wartość zero?

- A. W jednym.
 B. W dwóch.
 C. W trzech.
 D. Nie ma takich punktów.
 E. Żadna z powyższych odpowiedzi nie jest prawidłowa.

■ 20. Dwadzieścia jednakowych kulek zważono razem na wadze o dokładności 0,1 g. Wskazanie wagi wyniosło 54,0 g. Masa jednej kulki wraz z niepewnością pomiarową wynosi

- A. $(2,7 \pm 0,1)$ g.
 B. $(2,7 \pm 0,005)$ g.
 C. $(0,27 \pm 0,01)$ g.
 D. $(0,27 \pm 0,05)$ g.
 E. $(2,700 \pm 0,005)$ g.

Zadania 21–30 za 5 punktów

■ 21. Ciepło molowe przy stałej objętości pewnego gazu doskonałego o masie molowej 4 g/mol wyrażone w jednostkach podstawowych SI ma wartość 12,5. Jaką w przybliżeniu wartość w jednostkach podstawowych SI ma ciepło właściwe tego gazu przy stałym ciśnieniu? Stała gazowa $R = 8,31 \text{ J/(mol·K)}$.

- A. 1050 B. 3130
 C. 5200 D. 16800
 E. 20800

■ 22. Ile co najmniej jednakowych kondensatorów, każdy o pojemności $60 \mu\text{F}$, należy połączyć, aby otrzymać układ o pojemności zastępczej $260 \mu\text{F}$?

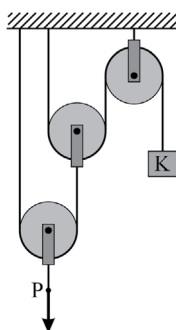
- A. 4 B. 5 C. 6
D. 7 E. 8

■ 23. Masę sześcianu zmierzono z niepewnością względną 2%, a długość krawędzi z niepewnością 1%. Niepewność względną wyznaczenia gęstości tego sześcianu można oszacować na około

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

■ 24. Koniec P nici porusza się pionowo w dół z szybkością 20 cm/s (rysunek). Nici są nierozciągliwe. Z jaką szybkością porusza się klocek K?

- A. 5 cm/s
B. 10 cm/s
C. 40 cm/s
D. 80 cm/s
E. 160 cm/s



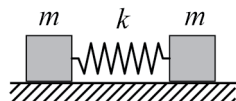
■ 25. Rzucony pionowo w górę kamień doleciał na wysokość 20 m . Jaka drogę przebył ten kamień w ciągu pierwszej sekundy lotu? Przyjmij, że $g = 10 \text{ m/s}^2$, a opory ruchu są pomijalnie małe.

- A. 10 m B. 12 m C. 15 m
D. 16 m E. 20 m

■ 26. Moment bezwładności kuli o promieniu R względem osi zawierającej średnicę kuli wynosi I . Ile wynosi moment bezwładności kuli o promieniu $2R$ wykonanej z tego samego materiału względem tej samej osi?

- A. $2I$ B. $4I$ C. $8I$
D. $16I$ E. $32I$

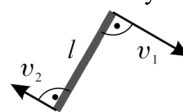
■ 27. Na płaskim, poziomym stole wprawiono w drgania harmoniczne dwa jednakowe klocki, każdy o masie m , połączone sprężyną o współczynniku sprężystości k (rysunek).



Okres drgań klocków jest równy

- A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$
C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$ D. $T = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
E. $T = 4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

■ 28. Pręt o długości l porusza się ruchem złożonym: postępowym i obrotowym. W pewnej chwili końce pręta poruszają się z prędkościami zaznaczonymi na rysunku.

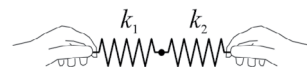


Z jaką prędkością kątową obraca się ten pręt wokół swojego środka masy?

- A. $\frac{v_1 + v_2}{l}$ B. $\frac{v_1 + v_2}{2l}$
C. $\frac{2(v_1 + v_2)}{l}$ D. $\frac{2(v_1 - v_2)}{l}$
E. $\frac{v_1 - v_2}{l}$

■ 29. Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości k_1 i $k_2 = 2 \cdot k_1$ połączone jak na rysunku i rozciągnięto, wykonując przy tym pracę 120 J . O ile wzrosła energia potencjalna sprężystości drugiej sprężyny podczas rozciągania?

- A. 96 J
B. 80 J
C. 60 J
D. 40 J
E. 24 J



■ 30. Lwiątko uwielbia płatki kukurydziane. Gdy Lwiątko je posiłek, to w ciągu każdej minuty zjada połowę płatków, które znajdują się w misce. W 3 minuty lwiątko zjadło 1260 płatków. Ile płatków lwiątko zjadło w ciągu następnych 2 minut?

- A. 135 B. 252
C. 420 D. 504
E. 840

Klasy 3 liceum i technikum po szkole podstawowej

Zadania 1–10 za 3 punkty

■ 1. Jadąc samochodem z prędkością 90 km/h mijamy znajdujące się przy drodze słupki hektometrowe co
A. 0,25 s. B. 1 s.
C. 2 s. D. 4 s.
E. 9.

■ 2. Od najbliższej Ziemi gwiazdy dzieli nas odległość około
A. 1 parseka.
B. 4 lat świetlnych.
C. 8 minut świetlnych.
D. 1 roku świetlnego.
E. sekundy świetlnej.

■ 3. W grudniu 2021 roku wystartowała z Ziemi rakieta, na której pokładzie znajdował się
A. Kosmiczny Teleskop Hubble’a (HST).
B. Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba (JWST).
C. pierwszy satelita geostacjonarny.
D. pierwszy człowiek lecący na Marsa.
E. samochód Tesla Roadster.

■ 4. Częstotliwość obrotu wskazówki godzinowej zegara jest równa około
A. 1 Hz. B. $1,2 \cdot 10^{-5}$ Hz.
C. $2,3 \cdot 10^{-5}$ Hz. D. $2,8 \cdot 10^{-4}$ Hz.
E. $1,7 \cdot 10^{-2}$ Hz.

■ 5. Ziemia okrąża Słońce poruszając się ze średnią szybkością rzędu
A. 1 m/s B. 10 m/s
C. 100 m/s D. 1 km/s
E. 10 km/s

■ 6. Ciało wykonujące drgania harmoniczne pomiędzy położeniem maksymalnego wychylenia a położeniem równowagi porusza się ruchem
A. jednostajnym.
B. jednostajnie przyspieszonym.
C. jednostajnie opóźnionym.
D. niejednostajnie opóźnionym.
E. niejednostajnie przyspieszonym.

■ 7. Jeśli objętość gazu doskonałego zmalała o 25%, a temperatura bezwzględna gazu wzrosła o 50%, to ciśnienie tego gazu
A. wzrosło o 100%.
B. wzrosło o 50%.
C. wzrosło o 12,5%.
D. zmalało o 50%.
E. zmalało o 33%.

■ 8. Naładowane cząstki nadlatujące z kosmosu w kierunku Ziemi nie docierają do jej powierzchni głównie dzięki
A. warstwie ozonowej.
B. tlenowi O_2 zawartemu w ziemskiej atmosferze.
C. ziemskiej jonosferze.
D. polu grawitacyjnemu Księżyca.
E. ziemskiemu polu magnetycznemu.

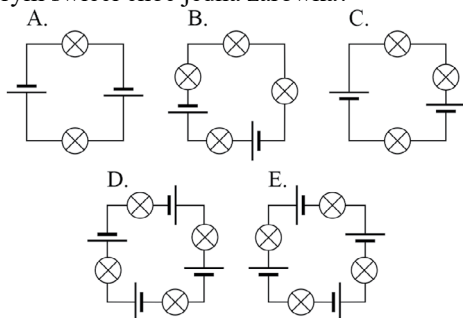
■ 9. Naczynie postawione na włączonej kuchenke indukcyjnej jest podgrzewane dzięki
A. powstającym w nim prądom wirowym.
B. konwekcji.
C. promieniowaniu cieplnemu.
D. stałemu namagnesowaniu.
E. zjawisku indukcji elektrycznej.

■ 10. Aby zabezpieczyć stalowe blachy przed korozją, pokrywa się je warstwą cynku o gęstości 7200 kg/m^3 . Ile cynku potrzeba do dwustronnego ocynkowania dziesięciu arkuszy blachy o wymiarach $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ warstwą o grubości $100 \text{ }\mu\text{m}$?
A. około 29 kg B. około 2,9 kg
C. około 14 kg D. około 1,4 kg
E. około 290 kg

Zadania 11–20 za 4 punkty

■ 11. Na obudowie kondensatora widnieje napis: $C = 400 \text{ }\mu\text{F}$, $U_{\text{MAX}} = 16 \text{ V}$. Można z tego wywnioskować, że maksymalny ładunek zgromadzony w tym kondensatorze wynosi
A. $25 \text{ }\mu\text{C}$. B. $40 \text{ }\mu\text{C}$.
C. $6,4 \text{ mC}$. D. $400 \text{ }\mu\text{C}$.
E. $6,4 \text{ C}$.

■ 12. Jednakowe żarówki i jednakowe baterijki łączono na różne sposoby. Który rysunek przedstawia schemat układu, w którym świeci choć jedna żarówka?



■ 13. Jednostką współczynnika temperaturowej rozszerzalności objętościowej jest

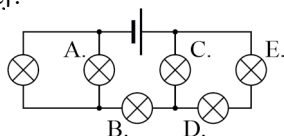
- A. $1/K$. B. K .
C. m^3/K . D. K/m^3 .
E. $m^3 \cdot K$.

■ 14. W której spośród wymienionych odległości od soczewki skupiającej o ogniskowej 30 cm należy umieścić świecący przedmiot, aby na ekranie ustawionym w odpowiedniej odległości otrzymać ostry obraz rzeczywisty, odwrócony i tej samej wielkości co przedmiot?

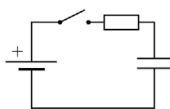
- A. 60 cm B. 30 cm
C. 20 cm D. 15 cm

E. Otrzymanie takiego obrazu nie jest możliwe przy żadnej z wymienionych odległości.

■ 15. Żarówki są jednakowe (rysunek). Która spośród oznaczonych żarówek świeci najjaśniej?

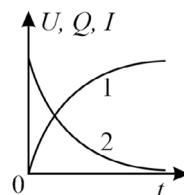


■ 16. Początkowo nie-naładowany kondensator połączono z opornikiem i włącznikiem i podłączono do źródła na-pięcia stałego (rysunek). Które krzywe schematycznie przedstawiają zależność od czasu: napięcia na kondensatorze, ładunku zgromadzonego w konden-



satorze i natężenia prądu płynącego przez opornik po zamknięciu obwodu?

- A. $U(t)$, $Q(t)$, $I(t) - 1$
B. $U(t)$, $Q(t)$, $I(t) - 2$
C. $U(t)$, $I(t) - 2$, $Q(t) - 1$
D. $U(t)$, $Q(t) - 1$, $I(t) - 2$
E. $U(t) - 1$, $Q(t)$, $I(t) - 2$



■ 17. Przez tunel o długości 450 m przejeżdża ze stałą szybkością 54 km/h pociąg o długości 150 m. Jak długo jakiegokolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu?

- A. 10 s B. 20 s
C. 30 s D. 40 s
E. 50 s

■ 18. Współczynnik załamania światła w diamencie jest równy 2,4, a w szkłe 1,5. Gdy światło przechodzi z diamentu do szkła, to

- A. zarówno częstotliwość, jak i długość fali rosną.
B. częstotliwość nie ulega zmianie, a długość fali maleje.
C. częstotliwość nie ulega zmianie, a długość fali rośnie.
D. częstotliwość maleje, a długość fali rośnie.
E. częstotliwość rośnie, a długość fali maleje.

■ 19. Ile co najmniej jednakowych oporników, każdy o oporze 60Ω należy połączyć, aby otrzymać układ o oporze zastępczym 200Ω ?

- A. 3 B. 4
C. 5 D. 6
E. 7

■ 20. Dwadzieścia jednakowych kulek zważono razem na wadze o dokładności 1 g. Wskazanie wagi wyniosło 74 g. Masa jednej kulki wraz z niepewnością pomiarową wynosi

- A. $(3,7 \pm 1)$ g.
B. $(3,7 \pm 0,05)$ g.
C. $(0,37 \pm 0,05)$ g.
D. $(0,37 \pm 0,5)$ g.
E. $(3,70 \pm 0,05)$ g.

Zadania 21–30 za 5 punktów

■ **21.** Motocykl ruszył z miejsca i poruszając się ze stałym przyspieszeniem rozprędził się do szybkości o wartości 80 km/h, po czym od razu zaczął zwalniać jednostajnie. Gdy zwołnił do szybkości 70 km/h, kierowca mocniej nacisnął hamulec i nadal zwalniał jednostajnie aż do zatrzymania. Jaką średnią wartość miała prędkość motocykla w całym ruchu, jeśli każdy z trzech etapów trwał tak samo długo?

- A. 35 km/h B. 37,5 km/h
C. 50 km/h D. 60 km/h
E. 75 km/h

■ **22.** Długość fali zmierzono z niepewnością względną 4%, a częstotliwość tej fali z niepewnością 2%. Niepewność względną wyznaczenia prędkości rozchodzenia się tej fali można oszacować na około

- A. 2%. B. 3%.
C. 4%. D. 6%.
E. 8%.

■ **23.** Ciepło molowe przy stałym ciśnieniu pewnego gazu doskonałego o masie molowej 4 g/mol wyrażone w jednostkach podstawowych SI ma wartość 20,8. Jaką w przybliżeniu wartość w jednostkach podstawowych SI ma ciepło właściwe tego gazu przy stałej objętości? Stała gazowa $R = 8,31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$.

- A. 50 B. 116
C. 3125 D. 5200
E. 7278

■ **24.** Poziom natężenia dźwięku wytwarzanego przez motocykl bez tłumika wynosi 100 dB. Poziom natężenia dźwięku wytwarzanego przez 100 takich motocykli jest równy

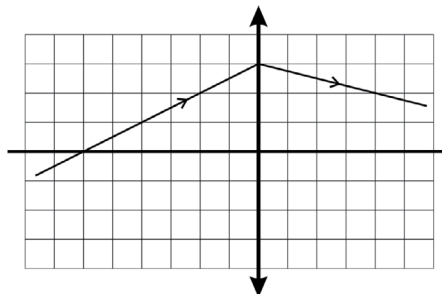
- A. 102 dB. B. 120 dB.
C. 200 dB. D. 1000 dB.
E. 10 000 dB.

■ **25.** Moment bezwładności sześcienu o krawędzi a względem osi zawierającej jedną z krawędzi sześcienu wynosi I . Ile wynosi moment bezwładności sześcienu o krawędzi $2a$ wykonanego z tego samego materiału względem tej samej osi?

- A. $4I$ B. $8I$
C. $16I$ D. $32I$

E. Nie można odpowiedzieć na to pytanie nie znając wzoru na moment bezwładności sześcienu.

■ **26.** Rysunek pokazuje bieg promienia światła przez soczewkę. Pogrubiona pozioma linia to oś optyczna. Jedna kratka to 1 cm.

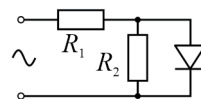


Ile jest równa ogniskowa soczewki?

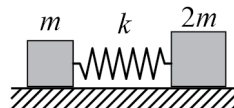
- A. 3 cm B. 4 cm
C. 6 cm D. 9 cm
E. 18 cm

■ **27.** Do zacisków 1 i 2 (rysunek) przyłożono napięcie sinusoidalnie przemienne o wartości skutecznej 230 V, a opory oporników wynoszą: $R_1 = R_2 = 100 \Omega$. Dioda jest idealna. Jaka średnia moc wydziela się na oporniku R_1 ?

- A. 0 W
B. około 132 W
C. około 298 W
D. około 331 W
E. 529 W



■ **28.** Na płaskim, poziomym stole wprowadzono w drgania harmoniczne dwa klocki o masach m i $2m$ połączone sprężyną o współczynniku sprężystości k (rysunek).



Okres drgań klocków jest równy

- A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{3m}{2k}}$.

$$\text{C. } T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{3k}}. \quad \text{D. } T = 2\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}.$$

$$\text{E. } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}.$$

■ 29. Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości k_1 i $k_2 = 3 \cdot k_1$ połączone jak na rysunku i rozciągnięto, wykonując przy tym pracę 60 J. O ile podczas rozciągania wzrosła energia potencjalna sprężystości pierwszej sprężyny?

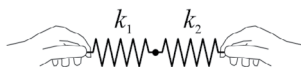
A. 6 J

B. 15 J

C. 30 J

D. 45 J

E. 54 J



■ 30. Lwiątko uwielbia płatki kukurydzyane. Gdy Lwiątko je posiłek, to w ciągu każdej minuty zjada połowę płatków, które znajdują się w misce. W 4 minuty lwiątko zjadło 3000 płatków. Ile płatków zostało w misce?

A. 3000

B. 1500

C. 750

D. 600

E. 200

Klasy 3 liceum oraz 3 i 4 technikum po gimnazjum

Zadania 1–10 za 3 punkty

■ 1. Z jaką szybkością trzeba jechać, aby znajdujące się przy drodze słupki hektometrowe mijać co 4 s?

- A. 54 km/h
- B. 72 km/h
- C. 90 km/h
- D. 108 km/h
- E. 144 km/h

■ 2. Od najbliższej Ziemi gwiazdy poza Układem Słonecznym dzieli nas odległość kilku

- A. sekund świetlnych.
- B. lat świetlnych.
- C. minut świetlnych.
- D. jednostek astronomicznych.
- E. tysięcy parseków.

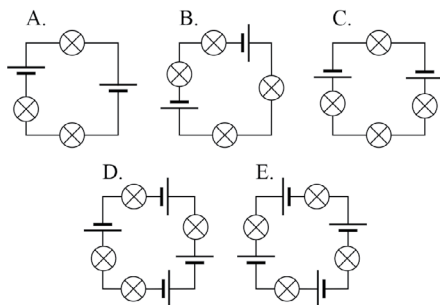
■ 3. W grudniu 2021 roku wystartowała z Ziemi rakieta, na której pokładzie znajdował się

- A. Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba (JWST).
- B. Kosmiczny Teleskop Hubble’a (HST).
- C. samochód Tesla Roadster.
- D. pierwszy satelita geostacjonarny.
- E. pierwszy człowiek lecący na Marsa.

■ 4. Foton odpowiadający światłu o dwa razy większej długości fali ma

- A. zarówno pęd, jak i energię dwa razy większe.
- B. zarówno pęd, jak i energię dwa razy mniejsze.
- C. dwa razy mniejszy pęd i cztery razy mniejszą energię.
- D. dwa razy większy pęd i cztery razy większą energię.
- E. dwa razy większy pęd i dwa razy mniejszą energię.

■ 5. Jednakowe żarówki i jednakowe baterijki łączono na różne sposoby. Który rysunek przedstawia schemat układu, w którym świeci choć jedna żarówka?



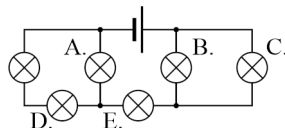
■ 6. Jeśli objętość gazu doskonałego wzrosła o 40%, a temperatura bezwzględna gazu zmalała o 30%, to ciśnienie tego gazu

- A. wzrosło o 100%.
- B. wzrosło o 40%.
- C. wzrosło o 67%.
- D. zmalało o 33%.
- E. zmalało o 50%.

■ 7. Ziemia okrąża Słońce poruszając się ze średnią szybkością rzędu

- A. 10^4 m/s.
- B. 10^3 m/s.
- C. 10^2 m/s.
- D. 10^1 m/s.
- E. 10^0 m/s.

■ 8. Żarówki są jednakowe (rysunek). Która spośród oznaczonych żarówek świeci najślabiej?



■ 9. Natężenie pola grawitacyjnego w Polsce, wyrażone w jednostkach podstawowych SI, ma wartość około

- A. $6,67 \cdot 10^{-11}$.
- B. $6 \cdot 10^{24}$.
- C. $3 \cdot 10^8$.
- D. 3,14.
- E. 9,8.

■ 10. Aby zabezpieczyć stalowe blachy przed korozją, pokrywa się je warstwą cynku o gęstości 7200 kg/m^3 . Ile cynku potrzeba do obustronnego ocynkowania dwudziestu arkuszy blachy o wymiarach $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ war-

stwą o grubości 80 μm ?

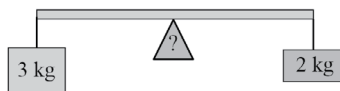
- A. 23 g B. około 23 kg
C. około 46 kg D. około 230 kg
E. około 460 kg

Zadania 11–20 za 4 punkty

■ 11. Na obudowie każdego z dwóch kondensatorów widnieje napis: $C = 400 \mu\text{F}$, $U_{\text{MAX}} = 16 \text{ V}$. Można z tego wywnioskować, że maksymalny ładunek zgromadzony w układzie tych kondensatorów połączonych szeregowo wynosi

- A. 3,2 μC . B. 6,4 μC .
C. 3,2 mC. D. 6,4 mC.
E. 12,8 mC.

■ 12. Bardzo lekka listewka o długości 90 cm z wiszącymi ciężarkami (rysunek) jest podparta w środku swojej długości.



O ile i w którą stronę należy przesunąć listewkę względem podparcia, aby była ona w równowadze?

- A. o 9 cm w lewo B. o 9 cm w prawo
C. o 5 cm w lewo D. o 5 cm w prawo
E. o 36 cm w lewo

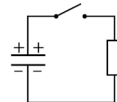
■ 13. Współczynnik temperaturowej rozszerzalności liniowej aluminium jest równy $23 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Ile wynosi współczynnik temperaturowej rozszerzalności objętościowej aluminium?

- A. $23 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ B. $46 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
C. $69 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ D. $1,2 \cdot 10^{-14} \text{ K}^{-1}$
E. $12 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

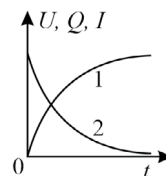
■ 14. W której spośród wymienionych odległości od soczewki skupiającej o ogniskowej 24 cm należy umieścić świecący przedmiot, aby na ekranie ustawionym w odpowiedniej odległości otrzymać ostry obraz rzeczywisty, odwrócony i trzykrotnie powiększony?

- A. 8 cm B. 16 cm
C. 18 cm D. 32 cm
E. Otrzymanie takiego obrazu nie jest możliwe przy żadnej z wymienionych odległości.

■ 15. Początkowo naładowany kondensator połączono z opornikiem i włącznikiem (rysunek). Które krzywe przedstawiają zależność od czasu: napięcia na kondensatorze, ładunku, który przepłynął przez opornik i natężenia prądu płynącego przez opornik po zamknięciu obwodu?



- A. $U(t)$, $Q(t)$, $I(t) - 1$
B. $U(t)$, $Q(t)$, $I(t) - 2$
C. $U(t)$, $Q(t) - 1$, $I(t) - 2$
D. $U(t)$, $Q(t) - 1$, $I(t) - 2$
E. $U(t)$, $I(t) - 2$, $Q(t) - 1$



■ 16. Ciało poruszające się ruchem jednostajnie przyspieszonym z prędkością początkową zero w ostatniej sekundzie ruchu pokonało 24/49 całej przebytej drogi. Jak długo trwał ruch ciała?

- A. 2,0 s. B. 2,5 s.
C. 3,5 s. D. 4,5 s.
E. 7,0 s.

■ 17. Przez tunel o długości 450 m przejeżdża ze stałą szybkością 54 km/h pociąg o długości 150 m. Jak długo cały pociąg znajduje się w tunelu?

- A. 10 s B. 20 s
C. 30 s D. 40 s
E. 50 s

■ 18. Kwadratowa płyta o boku 1 m wykonana z dielektryka, równomiernie naładowana elektrycznie na całej swojej powierzchni, przyciąga drobny naładowany pyłek. Gdy znajduje się on w odległości 1 mm, siła przyciągania ma wartość 1 μN . Gdy znajdzie się on w odległości 0,5 mm, siła przyciągania będzie miała wartość

- A. 0,25 μN . B. 0,5 μN .
C. 1 μN . D. 2 μN .
E. 4 μN .

■ 19. Ile co najmniej jednakowych kondensatorów, każdy o pojemności 60 μF należy połączyć, aby otrzymać układ o pojemności zastępczej 135 μF ?

- A. 3 B. 4
C. 5 D. 6
E. 7

■ **20.** Dwadzieścia jednakowych kulek zważono razem na wadze o dokładności 1 g. Wskazanie wagi wyniosło 92 g. Masa jednej kulki wraz z niepewnością pomiarową wynosi

- A. $(4,6 \pm 1)$ g.
- B. $(4,6 \pm 0,05)$ g.
- C. $(0,46 \pm 0,05)$ g.
- D. $(0,46 \pm 0,5)$ g.
- E. $(4,60 \pm 0,05)$ g.

Zadania 21–30 za 5 punktów

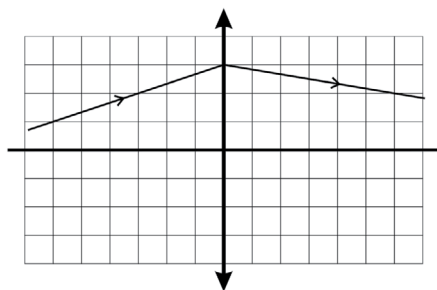
■ **21.** Motocykl ruszył z miejsca i poruszając się ze stałym przyspieszeniem rozprędkił się do prędkości o wartości 90 km/h, po czym od razu zaczął zwalniać jednostajnie. Gdy zwolnił do szybkości 60 km/h, kierowca mocniej nacisnął hamulec i nadal zwalniał jednostajnie aż do zatrzymania. Jaką średnią wartość miała prędkość motocykla w całym ruchu, jeśli każdy z trzech etapów trwał tak samo długo?

- A. 37,5 km/h
- B. 40 km/h
- C. 50 km/h
- D. 60 km/h
- E. 75 km/h

■ **22.** Opór spirali grzejnej zmierzono z niepewnością 5%, a napięcie na niej z niepewnością 1%. Niepewność względną wyznaczenia mocy ciepła wydzielanego przez grzejnik można oszacować na około

- A. 3%.
- B. 5%.
- C. 6%.
- D. 7%.
- E. 11%.

■ **23.** Rysunek pokazuje bieg promienia światła przez soczewkę. Pogrubiona pozioma linia to oś optyczna. Jedna kratka to 1 cm.



Ile jest równa ogniskowa soczewki?

- A. 6,75 cm
- B. 6 cm
- C. 13,5 cm
- D. 9 cm
- E. 18 cm

■ **24.** Ciepło molowe przy stałym ciśnieniu pewnego gazu doskonałego o masie molowej 20 g/mol wyrażone w jednostkach podstawowych SI ma wartość 20,8. Jaką w przybliżeniu wartość w jednostkach podstawowych SI ma ciepło właściwe tego gazu przy stałej objętości? Stała gazowa $R = 8,31 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$.

- A. 1
- B. 582
- C. 625
- D. 1040
- E. 1456

■ **25.** Poziom natężenia dźwięku wytwarzanego przez motocykl bez tłumika wynosi 100 dB. Poziom natężenia dźwięku wytwarzanego przez 1000 takich motocykli jest równy

- A. 103 dB.
- B. 130 dB.
- C. 200 dB.
- D. 10 000 dB.
- E. 100 000 dB.

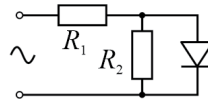
■ **26.** Moment bezwładności sześcianu o krawędzi a względem osi zawierającej jedną z krawędzi sześcianu wynosi I . Ile wynosi moment bezwładności sześcianu o krawędzi $3a$ wykonanego z tego samego materiału względem tej samej osi?

- A. $9I$
- B. $27I$
- C. $81I$
- D. $243I$

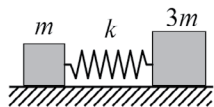
E. Nie można odpowiedzieć na to pytanie nie znając wzoru na moment bezwładności sześcianu.

■ **27.** Do zacisków 1 i 2 (rysunek) przyłożono napięcie sinusoidalnie przemienne o wartości skutecznej 230 V, a opory oporników wynoszą: $R_1 = R_2 = 100 \Omega$. Dioda jest idealna. Jaka średnia moc wydziela się na oporniku R_2 ?

- A. 0 W
- B. około 66 W
- C. około 298 W
- D. około 331 W
- E. 529 W



■ 28. Na płaskim, poziomym stole wprawiono w drgania harmoniczne dwa klocki o masach m i $3m$ połączone sprężyną o współczynniku sprężystości k (rysunek).

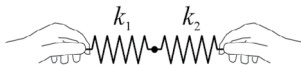


Okres drgań klocków jest równy

- A. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. B. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$.
 C. $T = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$. D. $T = \pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$.
 E. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$.

■ 29. Dwie sprężyny o współczynnikach sprężystości k_1 i $k_2 = 3 \cdot k_1$ połączono jak na rysunku i rozciągnięto, wykonując przy tym pracę 24 J. O ile podczas rozciągania wzrosła energia potencjalna sprężystości drugiej sprężyny?

- A. 6 J
 B. 8 J
 C. 12 J
 D. 16 J
 E. 18 J



■ 30. Lwiątko uwielbia płatki kukurydziane. Gdy Lwiątko je posiłek, to w ciągu każdej minuty zjada połowę płatków, które znajdują się w misce. W czasie pierwszych 4 minut jedzenia Lwiątko zjadło 3000 płatków. Ile płatków było w misce na początku?

- A. 3200
 B. 3750
 C. 6000
 D. 24 000
 E. 48 000

Odpowiedzi

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

Klasy 7 szkoły podstawowej

■ 1. Spośród wymienionych pojęć wielkością fizyczną nie jest sekunda (**odpowiedź E**), będąca jednostką czasu. Co szósty uczestnik zaznaczył błędną odpowiedź A. temperatura.

■ 2. Przedrostek hekto (symbol h) oznacza 100, a kilo (k) to 1000, zatem prawidłowa jest **odpowiedź D**. Sporo osób zaznaczyło błędną odpowiedź C. 1000 Pa. Warto jeszcze poćwiczyć przedrostki.

■ 3. $18 \text{ km/h} = 18000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 5 \text{ m/s}$. **Odpowiedź C**.

■ 4. Jeden pełny obrót wskazówki minutowej trwa jedną godzinę, czyli 3600 s. **Odpowiedź C**. Sporo osób zaznaczyło błędną odpowiedź B. 60 s czyli 1 minuta.

■ 5. Zgodnie z I zasadą dynamiki Newtona, ciało porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym (czyli ze stałą prędkością) wtedy i tylko wtedy, gdy działające na nie siły równoważą się (czyli siła wypadkowa jest równa zero) - **odpowiedź E**. Ponad połowa uczestników wskazała siłę oznaczoną literą C, czyli posiadającą ten sam kierunek i zwrot, co prędkość śnieżynki. Nie rozumiem zasad dynamiki czy przeoczyli wyraz „wypadkową”?

■ 6. Zdecydowana większość uczestników słusznie uznała, że chodzi o Marię Skłodowską-Curie (**odpowiedź B**). Szkoda, że nie wszyscy!

■ 7. $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$, więc $1 \text{ cal} = 4200 \text{ J}/1000 = 4,2 \text{ J}$. **Odpowiedź B**.

■ 8. W sytuacji 1 ręka działa na opakowanie siłą równoważącą ciężar mąki, ale nie ma przemieszczenia ani odkształcenia, więc praca nie jest wykonywana. W sytuacjach 2 i 3 jest siła i jest przemieszczenie wzdłuż kierunku siły, więc praca jest wykonywana. W sytuacji 4 nie ma przemieszczenia, więc praca nie jest wykonywana. **Odpowiedź D**.

■ 9. Wzór na energię kinetyczną ciała o masie m poruszającego się z prędkością o wartości v ma postać $E = \frac{mv^2}{2}$. Po przekształ-

ceniu otrzymujemy wzór podany w **odpowiedzi B**. Zadanie okazało się dość trudne – poprawną odpowiedź zaznaczył tylko co czwarty uczestnik, podobnie popularna była odpowiedź A. Przekształcanie wzorów trzeba jeszcze poćwiczyć!

■ 10. Zgodnie z trzecią zasadą dynamiki siły wzajemnego oddziaływania ciał zawsze mają taką samą wartość. **Odpowiedź C**.

■ 11. Cały pociąg znajduje się w tunelu od chwili, gdy ostatni wagon wjedzie do tunelu, do chwili, gdy lokomotywa dojedzie do końca tunelu. W tym czasie pociąg przebywa drogę $1000 \text{ m} - 200 \text{ m} = 800 \text{ m}$, co przy prędkości o wartości $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ trwa 40 s. Prawidłową **odpowiedź A** wybrał co piąty uczestnik. Bardziej popularna była odpowiedź D, którą zaznaczyło 27% osób.

■ 12. Okres obrotu to czas trwania jednego pełnego obrotu. $40 \text{ minut} = 40 \cdot 60 \text{ s} = 2400 \text{ s}$. $2400 \text{ s}/1\,000\,000 = 0,0024 \text{ s} = 2,4 \text{ ms}$. **Odpowiedź C**.

■ 13. $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$, czyli $1 \text{ m}^3 = (100 \text{ cm})^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$. A zatem masa 1 cm^3 stali wynosi $7800 \text{ kg}/1\,000\,000 = 0,0078 \text{ kg} = 7,8 \text{ g}$. **Odpowiedź B**.

■ 14. Sprężyna 2 jest naciągnięta dwa razy większą siłą, a więc jej wydłużenie jest dwa razy większe niż wydłużenie sprężyny 1. Energia potencjalna sprężystości sprężyny o współczynniku sprężystości k wydłużonej o x wyraża się wzorem $E_{\text{ps}} = kx^2/2$, a zatem energia potencjalna sprężystości sprężyny 2 jest 4 razy większa niż energia potencjalna sprężystości sprężyny 1. Tylko około 8% uczestników wybrało prawidłową **odpowiedź A**, a prawie połowa zaznaczyła odpowiedź B.

■ **15.** Gramatura określa masę 1 m^2 materiału, np. papieru. Jest to więc „gęstość powierzchniowa”. Wiemy, że $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$, a zatem $1 \text{ cm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2$. Masa rozważanego kawałka papieru jest więc równa $80 \text{ g/m}^2 \cdot 0,0001 \text{ m}^2 = 0,008 \text{ g} = 8 \text{ mg}$. **Odpowiedź B.**

■ **16.** Przedstawiony układ stanowi jedną z maszyn prostych – dźwignię dwustronną. Układ będzie w równowadze, jeśli iloczyn wartości sił i ramion tych sił (odległość punktu przyłożenia siły od punktu podparcia) jest taki sam po obu stronach osi obrotu. Zatem odległość punktu podparcia listewki od prawego jej końca powinna być równa $\frac{3}{5} \cdot 90 \text{ cm} = 54 \text{ cm}$. **Odpowiedź D.**

■ **17.** Gdy motorówka płynie w górę rzeki (pod prąd), to szybkość (wartość prędkości) motorówki względem brzegu jest równa różnicy szybkości motorówki względem wody i szybkości wody w rzece. Gdy motorówka płynie w dół rzeki (z prąd), to szybkość motorówki względem brzegu jest równa sumie szybkości motorówki względem wody i szybkości wody w rzece. Szukamy więc dwóch liczb (szybkości motorówki względem wody i szybkości wody), których suma jest równa 45, a różnica 39. Liczby te to 42 i 3. **Odpowiedź A.** Warto zauważyć, że prawidłowa odpowiedź jest równa połowie różnicy podanych wartości prędkości. Ponad połowa uczestników wybrała natomiast odpowiedź B (różnicę wartości prędkości).

■ **18.** Jednostką ciepła topnienia jest 1 J/kg .

$$1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg}} = 1 \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{kg}} = 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \left(1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

Odpowiedź D. Zadanie okazało się bardzo trudne – poprawną odpowiedź zaznaczyło tylko 5% uczestników, a 52% uznało, że jednostka ciepła właściwego jest taka sama, jak jednostka ciepła.

■ **19.** Zadanie było podchwytliwe. Ci, którzy nie dali się nabrać na nadmiar danych (wysokość zbocza, połowa dystansu), po prostu obliczyli energię kinetyczną:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{100 \text{ kg} \cdot \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} = 20000 \text{ J}.$$

Odpowiedź C.

■ **20.** Co drugi uczestnik zaznaczył błędną odpowiedź A, zapominając o tym, że niepewność pomiaru masy za pomocą wagi również trzeba podzielić przez liczbę kulek (**odpowiedź E**). Dużo osób zaznaczyło odpowiedź C prawdopodobnie z powodu błędu rachunkowego.

■ **21.** W czasie, gdy punkt P przemieszcza się do góry o pewną odległość, górny krążek przesuwa się o połowę tej odległości. Analogicznie, w tym samym czasie dolny krążek przemieszcza się o jedną czwartą tej odległości. **Odpowiedź A.** Zadanie okazało się bardzo trudne – tylko co dziesiąty uczestnik zaznaczył prawidłową odpowiedź. Zdecydowanym „faworytem” była odpowiedź C – klocek porusza się z taką samą prędkością, jak punkt P.

■ **22.** Względem dżdżownicy mrówka porusza się z prędkością, której wartość wynosi $4 \text{ m/min} - 1 \text{ m/min} = 3 \text{ m/min} = 300 \text{ cm/60 s} = 5 \text{ cm/s}$. Wyprzedzanie dżdżownicy trwa więc $10 \text{ cm}/(5 \text{ cm/s}) = 2 \text{ s}$. **Odpowiedź C.**

■ **23.** Podany wzór można przekształcić do postaci

$$C = \frac{2F}{d \cdot S \cdot v^2}.$$

Jednostkę współczynnika C można teraz ustalić podstawiając do otrzymanego wzoru odpowiednie jednostki:

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

Odpowiedź E.

■ **24.** Średnia głębokość wody w zbiorniku wynosi 2,5 m. Najmniejsza praca potrzebna do podniesienia środka masy wody na brzeg studni jest równa zmianie energii potencjalnej wody

$W = \Delta E_p = mgh = 200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 5000 \text{ J}$. **Odpowiedź C.** Zadanie było trudne – prawidłowa odpowiedź była najrzadziej wybierana. Najwięcej uczestników zaznaczyło odpowiedź A błędnie uznając, że woda jest podnoszona tylko na wysokość 1 m.

■ **25.** Najpierw obliczymy wartość przyspieszenia, z jakim porusza się winda:

$$a = \Delta v / \Delta t = 2 \text{ m/s} : 1 \text{ s} = 2 \text{ m/s}^2.$$

Teraz, korzystając z drugiej zasady dynamiki, obliczymy wartość siły wypadkowej działającej na windę:

$$F_w = m \cdot a = 500 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ N}.$$

I taką odpowiedź zaznaczyła połowa uczestników konkursu. Nie jest to jednak prawidłowa odpowiedź. W zadaniu pytano o siłę naciągu liny. Oprócz niej na windę działa jeszcze zwrócona w dół siła ciężkości windy o wartości $F_c = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5000 \text{ N}$. Skoro wypadkowa tych dwóch sił ma wartość 1000 N, to siła naciągu liny ma wartość 6000 N. **Odpowiedź D.**

■ **26.** Kłosek pływa ze stałym zanurzeniem, gdy działająca na klocek siła wyporu równoważy jego ciężar, czyli gdy zachodzi równość

$$d_c \cdot g \cdot V_z = d_k \cdot g \cdot V,$$

gdzie:

d_c – gęstość cieczy, w której pływa klocek,

g – wartość przyspieszenia ziemskiego,

V_z – objętość zanurzonej części kłosa,

d_k – gęstość kłosa,

V – objętość całego kłosa.

Z powyższego wynika, że stosunek objętości zanurzonej części kłosa do całej objętości kłosa jest równy

$$\frac{V_z}{V} = \frac{d_k}{d_c}.$$

Skoro połowa objętości kłosa jest zanurzona w wodzie, to znaczy, że gęstość kłosa stanowi połowę gęstości wody, czyli jest równa 500 kg/m^3 . Analogicznie – skoro ten sam klocek w innej cieczy pływa tak, że zanurzone są 2/3 objętości kłosa, to znaczy,

że gęstość tej cieczy stanowi 3/2 gęstości kłosa, czyli 750 kg/m^3 . **Odpowiedź B.**

■ **27.** Z pierwszego zdania można wywnioskować, że wartość siły tarcia kinetycznego działającego na książkę ma wartość 1 N.

Z drugiego zdania wnioskujemy, że książka porusza się z przyspieszeniem 2 m/s^2 , gdy działa na nią siła wypadkowa o wartości $2 \text{ N} - 1 \text{ N} = 1 \text{ N}$. Pozwala to obliczyć masę książki korzystając z II zasady dynamiki:

$$m = F/a = (1 \text{ N})/(2 \text{ m/s}^2) = 0,5 \text{ kg}.$$

Szukane przyspieszenie obliczymy również korzystając z II zasady dynamiki:

$$a = \frac{F_w}{m} = \frac{4 \text{ N} - 1 \text{ N}}{0,5 \text{ kg}} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Odpowiedź E.

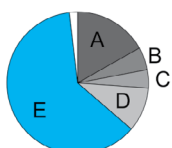
■ **28.** Różnica ciśnień hydrostatycznych powietrza pomiędzy podłogą a sufitem wynosi $\Delta p = d \cdot g \cdot h = 1,2 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 30 \text{ Pa}$. Pole powierzchni podłogi wynosi

$S = 3 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$, a zatem różnica wartości sił parcia $\Delta F = \Delta p \cdot S = 360 \text{ N}$. **Odpowiedź E.** Taki sam wynik uzyskamy obliczając ciężar powietrza znajdującego się w pokoju.

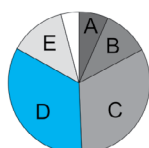
■ **29.** Energia potencjalna piłki wzrosła o $\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 20 \text{ J}$. Wykonana praca jest równa zmianie energii układu, a więc sumie zmiany energii potencjalnej i zmiany energii kinetycznej. A zatem piłka uzyskała energię kinetyczną równą $25 \text{ J} - 20 \text{ J} = 5 \text{ J}$. **Odpowiedź A.**

■ **30.** Zadanie nawiązuje do prawa rozpadu promieniotwórczego. Zgodnie z informacjami podanymi w treści zadania w pierwszej minucie lwiątko zjadło 600 płatków, więc w misce pozostało 600 płatków. W drugiej minucie lwiątko zjadło 300 płatków i tyle samo pozostało w misce. W trzeciej i w czwartej minucie lwiątko zjadło odpowiednio 150 i 75 płatków, a więc łącznie w ciągu czterech minut zjadło ich 1125. **Odpowiedź D.**

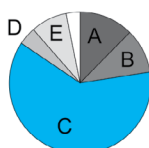
Zadanie 1



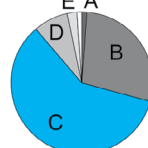
Zadanie 2



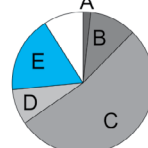
Zadanie 3



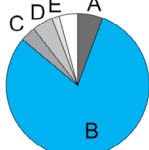
Zadanie 4



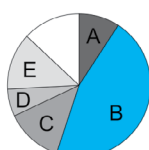
Zadanie 5



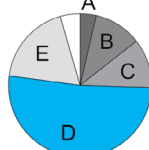
Zadanie 6



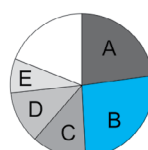
Zadanie 7



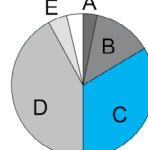
Zadanie 8



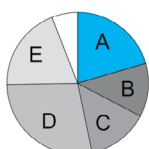
Zadanie 9



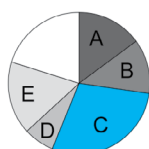
Zadanie 10



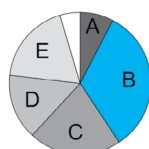
Zadanie 11



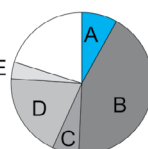
Zadanie 12



Zadanie 13



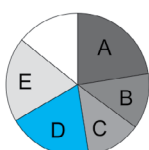
Zadanie 14



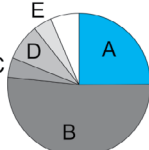
Zadanie 15



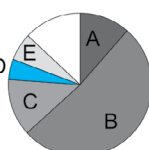
Zadanie 16



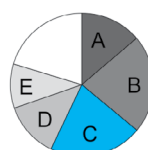
Zadanie 17



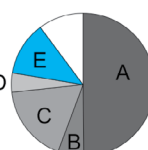
Zadanie 18



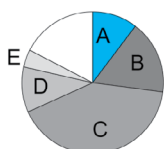
Zadanie 19



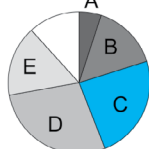
Zadanie 20



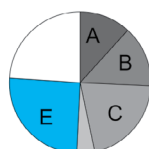
Zadanie 21



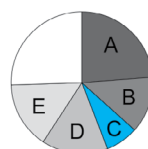
Zadanie 22



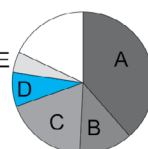
Zadanie 23



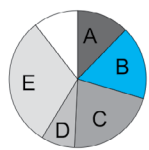
Zadanie 24



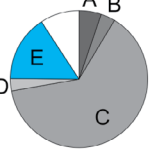
Zadanie 25



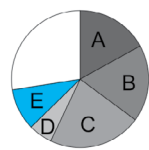
Zadanie 26



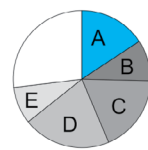
Zadanie 27



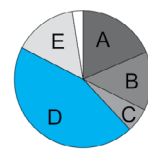
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



Klasy 8 szkoły podstawowej

■ 1. Ponad połowa uczestników zaznaczyła prawidłową **odповідь E**.

■ 2. $27 \text{ km/h} = 27000 \text{ m}/3600 \text{ s} = 7,5 \text{ m/s}$. A zatem w ciągu 10 s lwiątko przebywa drogę 75 m. **Odpowiedź C**.

■ 3. Przedrostek mikro (symbol μ) oznacza jedną milionową, czyli jedną tysięczną jednej tysięcznej. **Odpowiedź D**.

■ 4. Autorowi zadania udało się namieszać w głowach prawie połowy uczestników. A wystarczyło przecież zastosować III zasadę dynamiki Newtona. **Odpowiedź B**.

■ 5. Każdy kandydat na naukowca powinien wiedzieć co nieco z historii swojej dziedziny. Prawie $3/4$ uczestników zaznaczyło prawidłową **odповідь A**.

■ 6. **Odpowiedź B**. Mamy tutaj do czynienia z tak zwanym obrotem synchronicznym. Warto zastanowić się na tym, jak z Ziemi widzielibyśmy Księżyc, gdyby ten nie obracał się wokół własnej osi.

■ 7. Ze wzoru na energię kinetyczną:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ kg} \cdot \left(15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 9000 \text{ J}.$$

Odpowiedź C.

■ 8. Obliczmy objętość płytki $V = abc = 25 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} \cdot 0,2 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^3$.

Gęstość aluminium

$$d = 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2700 \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Masa płytki jest więc równa

$$m = d \cdot V = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 200 \text{ cm}^3 = 540 \text{ g}.$$

Odpowiedź B.

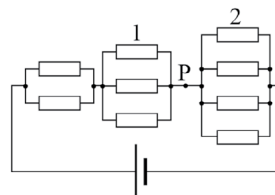
■ 9. Jednostka ciepła jest taka sama, jak jednostka energii, czyli 1 J.

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}.$$

Odpowiedź E.

■ 10. I znowu ta nieszczęsna III zasada dynamiki. Siły wzajemnego oddziaływania mają taką samą wartość! **Odpowiedź C**.

■ 11. Zadanie będzie można łatwo rozwiązać, jeśli zauważymy, że schemat rozważanego układu można narysować trochę inaczej:



Przez opornik 1 płynie prąd o natężeniu 12 mA. Przez połączone z nim równolegle oporniki płynie prąd o tym samym natężeniu. A zatem natężenie prądu w punkcie P jest równe $3 \cdot 12 \text{ mA} = 36 \text{ mA}$. Opornik 2 jest połączony równolegle z trzeba takimi samymi opornikami, a więc płynie przez niego prąd o natężeniu $36 \text{ mA} : 4 = 9 \text{ mA}$. **Odpowiedź C**.

■ 12. Jakikolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu od chwili, gdy lokomotywa zaczęła wjeżdżać do tunelu, do chwili, gdy ostatni wagon wyjedzie z tunelu. W tym czasie pociąg przebywa drogę $1000 \text{ m} + 200 \text{ m} = 1200 \text{ m}$, co przy prędkości o wartości $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ trwa 60 s. **Odpowiedź D**.

■ 13. Rysunki C i D błędnie przedstawiają odbicie światła – kąt odbicia nie równa się kątowi padania. Na rysunku A promień załamany biegnie w prawo, odrzucamy tę odpowiedź. Współczynnik załamania światła diamentu jest większy niż współczynnik załamania światła szkła, więc kąt załamania (kąt, jaki promień załamany tworzy z prostą normalną) jest mniejszy niż kąt padania. Inaczej mówiąc - przechodząc ze szkła do diamentu promień światła załamuje się w stronę do normalnej. **Odpowiedź E**.

■ 14. Gdy motorówka płynie w górę rzeki (pod prąd), to szybkość (wartość prędkości)

motorówki względem brzegu jest równa różnicy szybkości motorówki względem wody i szybkości wody w rzece. Gdy motorówka płynie w dół rzeki (z prąd), to szybkość motorówki względem brzegu jest równa sumie szybkości motorówki względem wody i szybkości wody w rzece. Szukamy więc dwóch liczb (szybkości motorówki względem wody i szybkości wody), których suma jest równa 43, a różnica 35. Liczby te to 39 i 4. **Odpowiedź A.**

Warto zauważyć, że prawidłowa odpowiedź jest równa połowie różnicy podanych wartości prędkości. Prawie połowa uczestników wybrała natomiast odpowiedź B (różnicę wartości prędkości).

■ **15.** Stosując odpowiedni wzór można wykazać, że opór zastępczy układu trzech jednakowych oporników, każdy o oporze R , połączonych równolegle jest równy $R/3$. Opór zastępczy układu trzech takich oporników połączonych szeregowo jest równy $3R$, czyli 9 razy więcej niż w przypadku połączenia równoległego. **Odpowiedź D.**

■ **16.** Ze wzoru na okres małych drgań wahadła matematycznego o długości l

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

wynika, że okres ten jest wprost proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z długości l . Jeśli długość wahadła zmaleje o 75%, czyli zmaleje 4 razy, to okres drgań również zmaleje, ale 2 razy, czyli o 50%. **Odpowiedź B.**

■ **17. Odpowiedź E.** Pozostałe schematy zawierają ogniwa połączone szeregowo, które parami się „kompensują” i wypadkowa napięcie jest równe zero.

■ **18. Odpowiedź A.** Warto samodzielnie sprawdzić to doświadczalnie! Jeśli nie posiadamy lupy, to zastąpić ją mogą okulary „plusy”.

■ **19.** Energia potencjalna sprężystości sprężyny wydłużonej o x dana jest wzorem

$$E_{ps} = \frac{1}{2} kx^2,$$

gdzie k to współczynnik sprężystości sprężyny. Tak więc energia potencjalna sprężystości jest wprost proporcjonalna do x^2 . Przy 2 razy większym wydłużeniu sprężyny energia potencjalna sprężystości jest 4 razy większa. Zwiększenie energii potencjalnej wymaga wykonania pracy równej zmianie energii potencjalnej. **Odpowiedź D.**

■ **20.** Zarówno masę jednej kulki, jak i niepewność pomiaru tej masy obliczamy dzieląc odpowiednio masę i niepewność pomiaru masy 20 kulek przez ich liczbę. **Odpowiedź E.** Koniecznie trzeba zwrócić uwagę na zapis masy kulki – w wyniku zapisano tyle samo cyfr po przecinku, co w niepewności pomiarowej.

■ **21.** Największe ciśnienie panuje tuż przy dnie naczynia. W miarę oddalania się od dna ciśnienie maleje – najpierw szybciej, a potem wolniej, gdyż ciecz o większej gęstości znajduje się niżej. Należało również uwzględnić różne wysokości słupów cieczy. **Odpowiedź C.**

■ **22.** Z pierwszego zdania można wywnioskować, że wartość siły tarcia kinetycznego działającego na książkę ma wartość 2 N. Z drugiego zdania wnioskujemy, że książka porusza się z przyspieszeniem 2 m/s^2 , gdy działa na nią siła wypadkowa o wartości $3 \text{ N} - 2 \text{ N} = 1 \text{ N}$. Pozwala to obliczyć masę książki korzystając z II zasady dynamiki: $m = F/a = (1 \text{ N})/(2 \text{ m/s}^2) = 0,5 \text{ kg}$. Szukane przyspieszenie obliczymy również korzystając z II zasady dynamiki:

$$a = \frac{F_w}{m} = \frac{6 \text{ N} - 2 \text{ N}}{0,5 \text{ kg}} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Odpowiedź E.

■ **23.** W czasie, gdy punkt P przemieszcza się w dół o pewną odległość, środkowy krążek przesuwają się o połowę tej odległości. Analogicznie, w tym samym czasie dolny krążek przemieszcza się o jedną czwartą tej odległości. **Odpowiedź B.**

■ **24.** Najpierw obliczymy wartość przyspieszenia, z jakim porusza się winda:

$$a = \Delta v / \Delta t = 3 \text{ m/s} : 1,5 \text{ s} = 2 \text{ m/s}^2.$$

Korzystając z drugiej zasady dynamiki, obliczymy wartość siły wypadkowej działającej na windę:

$$F_w = m \cdot a = 400 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 800 \text{ N}.$$

Nie jest to jednak wartość siły naciągu liny, bo oprócz niej na windę działa jeszcze zwrócona w dół siła ciężkości windy o wartości $F_c = m \cdot g = 400 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 4000 \text{ N}$. Skoro wypadkowa tych dwóch sił ma wartość 800 N, to siła naciągu liny ma wartość 4800 N. **Odpowiedź D.**

■ **25.** Aby oszacować niepewność pomiaru pośredniego objętości sześcianu możemy postąpić następująco: najpierw obliczamy objętość sześcianu o krawędzi długości a – wynosi ona $V_1 = a^3$; objętość sześcianu o krawędzi długości $a + 2\%a = 1,02a$ wynosi $V_2 = (1,02a)^3 \approx 1,06a^3$. Różnica objętości wynosi $0,06a^3$, co stanowi 6% objętości sześcianu. Należałoby jeszcze obliczyć objętość sześcianu o krawędzi długości zmniejszonej o 2% i postępując analogicznie obliczyć oszacowanie objętości od strony minimum, a następnie jako ostateczną wartość niepewności wybrać większy z otrzymanych wyników lub ich średnią arytmetyczną. **Odpowiedź D.**

■ **26.** Największe napięcie jest na tej żarówce, przez którą płynie prąd o największym natężeniu. Żarówki po lewej stronie schematu są ze sobą połączone równolegle i szeregowo z żarówką B. Tak więc przez żarówkę B płynie prąd o większym natężeniu nie przez żarówkę A, a także (co można wykazać analogicznie) niż przez pozostałe żarówki. **Odpowiedź B.**

■ **27.** Sprężyna 1 jest rozciągnięta o 3 cm, więc działa ona na kulkę siłą zwróconą do góry o wartości $F_1 = k \cdot x_1 = 100 \text{ N/m} \cdot 0,03 \text{ m} = 3 \text{ N}$. Na kulkę działa również zwrócona w dół siła ciężkości o wartości $F_2 = mg = 0,2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ N}$. Kulka jest w równowadze, więc działające na nią siły muszą się równoważyć, a zatem sprężyna 2 działa na kulkę siłą zwróconą w dół o wartości 1 N.

Wydłużenie sprężyny 2 wynosi więc

$$x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{1 \text{ N}}{100 \text{ N/m}} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}.$$

Odpowiedź A.

■ **28.** Kłosek pływa ze stałym zanurzeniem, gdy działająca na klocek siła wyporu równoważy jego ciężar, czyli gdy zachodzi równość

$$d_c \cdot g \cdot V_z = d_k \cdot g \cdot V,$$

gdzie:

d_c – gęstość cieczy, w której pływa klocek,

g – wartość przyspieszenia ziemskiego,

V_z – objętość zanurzonej części klocka,

d_k – gęstość klocka,

V – objętość całego klocka.

Z powyższego wynika, że stosunek objętości zanurzonej części klocka do całej objętości klocka jest równy

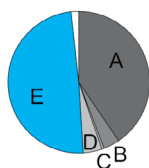
$$\frac{V_z}{V} = \frac{d_k}{d_c}.$$

Skoro 4/5 objętości klocka jest zanurzona w wodzie, to gęstość klocka stanowi 4/5 gęstości wody, czyli jest równa 800 kg/m^3 . Analogicznie – skoro ten sam klocek w innej cieczy pływa tak, że zanurzone jest 2/3 jego objętości, to gęstość tej cieczy stanowi 3/2 gęstości klocka, czyli 1200 kg/m^3 . **Odpowiedź C.**

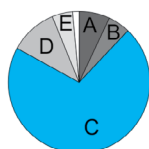
■ **29.** Obraz ma taką samą wielkość jak przedmiot, jeśli odległość obrazu od soczewki jest równa odległości przedmiotu od soczewki, czyli $y = x$. Podstawiając to do równania soczewki: $1/x + 1/y = 1/f$ otrzymamy równanie $2/x = 1/f$, a stąd **odpowiedź C.**

■ **30.** Zadanie nawiązuje do prawa rozpadu promieniotwórczego. Zgodnie z informacjami podanymi w treści zadania w pierwszej minucie lwiątko zjadło 800 płatków, więc w misce pozostało 800 płatków. W drugiej minucie lwiątko zjadło 400 płatków i tyle samo pozostało w misce. W trzeciej, czwartej i piątej minucie lwiątko zjadło odpowiednio 200, 100 i 50 płatków, a więc łącznie w ciągu pięciu minut zjadło ich 1550. **Odpowiedź D.**

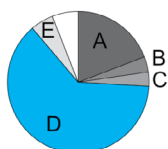
Zadanie 1



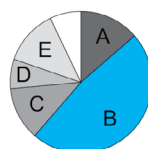
Zadanie 2



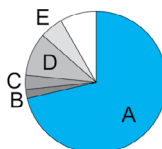
Zadanie 3



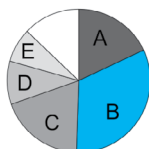
Zadanie 4



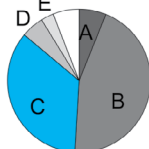
Zadanie 5



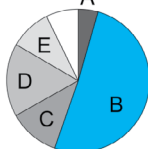
Zadanie 6



Zadanie 7



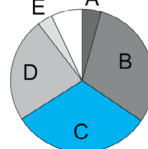
Zadanie 8



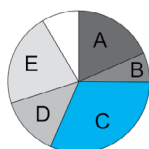
Zadanie 9



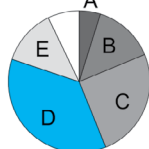
Zadanie 10



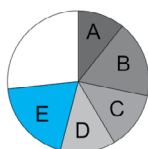
Zadanie 11



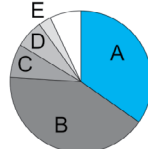
Zadanie 12



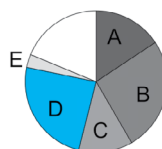
Zadanie 13



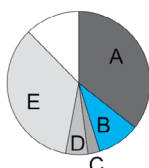
Zadanie 14



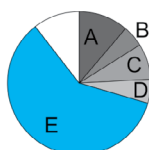
Zadanie 15



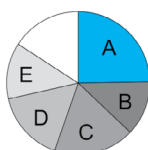
Zadanie 16



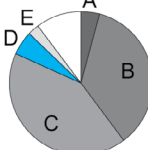
Zadanie 17



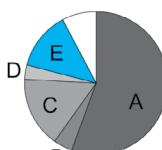
Zadanie 18



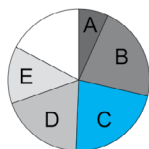
Zadanie 19



Zadanie 20



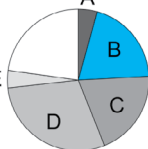
Zadanie 21



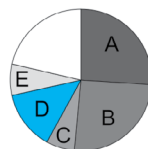
Zadanie 22



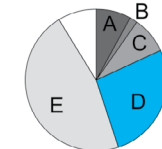
Zadanie 23



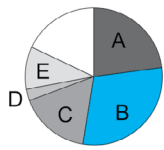
Zadanie 24



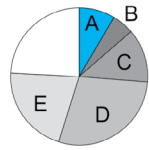
Zadanie 25



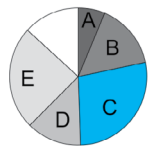
Zadanie 26



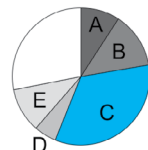
Zadanie 27



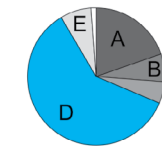
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



Klasy 1 liceum i technikum

■ 1. Słupki „hektometrowe” są ustawiane, jak sama nazwa wskazuje, co 1 hm (hektometr) = 100 m. Ze wzoru na wartość prędkości w ruchu jednostajnym:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{100 \text{ m}}{3 \text{ s}} = \frac{0,1 \text{ km}}{\frac{1}{1200} \text{ h}} = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Odpowiedź D.

■ 2. Każdy kandydat na naukowca powinien wiedzieć co nieco z historii swojej dziedziny. Tylko co czwarty uczestnik konkursu zaznaczył prawidłową **odpowiedź B**.

■ 3. Autorowi zadania udało się namieszać w głowach prawie połowy uczestników. A wystarczyło przecież zastosować III zasadę dynamiki Newtona. **Odpowiedź C.**

■ 4. Obliczmy objętość płytki $V = abc = 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,001 \text{ m} = 0,00001 \text{ m}^3$. Masa płytki jest więc równa $m = d \cdot V = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,00001 \text{ m}^3 = 0,08 \text{ kg} = 8 \text{ dag}$.

Odpowiedź E.

■ 5. Prąd wypływający z baterii (biegun po prawej stronie, dłuższa kreska) rozdziela się na dwie gałęzie z żarówkami B i C, po czym łączy się w kolejnym węźle i cały przepływa przez żarówkę E. Za nią, w kolejnym węźle, znowu rozdziela się. **Odpowiedź E.**

■ 6. Oj, słabo znamy nasze „własne podwórko”. **Odpowiedź D.** A dokładniej: średnia odległość Ziemia–Księżyc to 384 400 km.

■ 7. Kłosek pływa ze stałym zanurzeniem, gdy działająca na klocek siła wyporu równoważy jego ciężar, czyli gdy zachodzi równość

$$d_c \cdot g \cdot V_z = d_k \cdot g \cdot V,$$

gdzie:

d_c to gęstość cieczy, w której pływa klocek,

g – wartość przyspieszenia ziemskiego,

V_z – objętość zanurzonej części klocka,

d_k – gęstość klocka,

V_k – objętość całego klocka.

Z powyższego wynika, że stosunek objętości zanurzonej części klocka do całej objętości klocka jest równy

$$\frac{V_z}{V} = \frac{d_k}{d_c}.$$

Skoro 4/5 objętości klocka jest zanurzona w wodzie, to gęstość klocka stanowi 4/5 gęstości wody, czyli jest równa 800 kg/m^3 .

Analogicznie – skoro ten sam klocek w innej cieczy pływa tak, że zanurzone jest 2/3 jego objętości, to gęstość tej cieczy stanowi 3/2 gęstości klocka, czyli 1200 kg/m^3 .

Odpowiedź B.

■ 8. Opór odcinka przewodnika jest wprost proporcjonalny do jego długości i odwrotnie proporcjonalny do pola przekroju poprzecznego. Długość odcinka zwiększono n razy, a pole przekroju poprzecznego n^2 razy, zatem prawidłowa jest **odpowiedź A**.

■ 9. Przydatny będzie wzór wyrażający energię kinetyczną w zależności od wartości pędu ciała:

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

Szukany stosunek energii kinetycznych ciał jest więc równy

$$\frac{E_{k,M}}{E_{k,m}} = \frac{\frac{p^2}{2M}}{\frac{p^2}{2m}} = \frac{m}{M}.$$

Odpowiedź A.

■ 10. Ze wzoru na okres małych drgań wahadła matematycznego o długości l

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

wynika, że okres ten jest wprost proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z długości l . Aby okres zmalał o 50%, czyli 2 razy, długość wahadła musi zostać zmniejszona 4 razy, czyli o 75%. **Odpowiedź D.**

■ **11.** Jakikolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu od chwili, gdy lokomotywa zaczęła wjeżdżać do tunelu, do chwili, gdy ostatni wagon wyjedzie z tunelu. W tym czasie pociąg przebywa drogę $800 \text{ m} + 200 \text{ m} = 1000 \text{ m}$, co przy prędkości o wartości $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ trwa 50 s . **Odpowiedź B.**

■ **12.** Z pierwszego zdania można wywnioskować, że wartość siły tarcia kinetycznego działającego na książkę ma wartość 2 N . Z drugiego zdania wnioskujemy, że książka porusza się z przyspieszeniem 2 m/s^2 , gdy działa na nią siła wypadkowa o wartości $4 \text{ N} - 2 \text{ N} = 2 \text{ N}$. Pozwala to obliczyć masę książki korzystając z II zasady dynamiki: $m = F/a = (2 \text{ N})/(2 \text{ m/s}^2) = 1 \text{ kg}$. Szukane przyspieszenie obliczymy również korzystając z II zasady dynamiki:

$$a = \frac{F_w}{m} = \frac{8 \text{ N} - 2 \text{ N}}{0,5 \text{ kg}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Odpowiedź D.

■ **13.** Średnia szybkość ciała poruszającego się ruchem jednostajnie zmiennym jest równa średniej arytmetycznej szybkości początkowej i końcowej. Średnia szybkość motocykla w pierwszym etapie ruchu (czas trwania t) wynosi $(0 \text{ km/h} + 60 \text{ km/h})/2 = 30 \text{ km/h}$, a w drugim etapie (czas trwania $2t$) wynosi $(60 \text{ km/h} + 30 \text{ km/h})/2 = 45 \text{ km/h}$. Motocykl przebył więc drogę (wyrażoną w km, a czas t wyrażony w h): $s = 30 \cdot t + 45 \cdot 2t = 120 t$. Średnia wartość prędkości motocykla w całym ruchu była więc równa $v_{sr} = s/(3t) = 40 \text{ km/h}$. **Odpowiedź C.**

■ **14.** Rysunki A i D błędnie przedstawiają odbicie światła – kąt odbicia nie równa się kątowi padania. Na rysunku C promień załamany biegnie w lewo, odrzucamy tę odpowiedź. Współczynnik załamania światła szkła jest większy niż współczynnik załamania światła dla diamentu, więc kąt załamania (kąt, jaki promień załamany tworzy z prostą normalną) jest większy niż kąt padania. Inaczej mówiąc – przechodząc ze szkła do diamentu promień światła załamuje się w stronę od normalnej. **Odpowiedź E.**

■ **15.** Największe ciśnienie panuje tuż przy dnie naczynia. W miarę oddalania się od dna ciśnienie maleje – najpierw szybciej, a potem wolniej, gdyż ciecz o większej gęstości znajduje się niżej. Należało również uwzględnić różne wysokości słupów cieczy. **Odpowiedź D.**

■ **16.** Stosując odpowiedni wzór można wykazać, że opór zastępczy układu trzech jednakowych oporników, każdy o oporze R , połączonych szeregowo jest równy $3R$. Opór zastępczy układu trzech takich oporników połączonych równolegle jest równy $R/3$, czyli 9 razy mniej niż w przypadku połączenia równoległego. **Odpowiedź B.**

■ **17. Odpowiedź E.** Pozostałe schematy zawierają ogniwa połączone szeregowo, które parami się „kompensują” i wypadkowa napięcie jest równe zero.

■ **18.** Aby otrzymać taki obraz odległość przedmiotu od soczewki musi być większa od jej ogniskowej i mniejsza od podwojonej ogniskowej. **Odpowiedź C.**

■ **19.** Sprężyna 1 jest rozciągnięta o 3 cm , więc działa ona na kulkę siłą zwróconą do góry o wartości $F_1 = k \cdot x_1 = 200 \text{ N/m} \cdot 0,03 \text{ m} = 6 \text{ N}$. Na kulkę działa również zwrócona w dół siła ciężkości o wartości $F_2 = mg = 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ N}$. Kulka jest w równowadze, więc działające na nią siły muszą się równoważyć, a zatem sprężyna 2 działa na kulkę siłą zwróconą w dół o wartości 2 N . Wydłużenie sprężyny 2 wynosi więc

$$x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{2 \text{ N}}{200 \text{ N/m}} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}.$$

Odpowiedź A.

■ **20.** Zarówno masę jednej kulki, jak i niepewność pomiaru tej masy obliczamy dzieląc odpowiednio masę i niepewność pomiaru masy 20 kulek przez ich liczbę. **Odpowiedź D.** Koniecznie trzeba zwrócić uwagę na zapis masy kulki – w wyniku zapisano tyle samo cyfr po przecinku, co w niepewności pomiarowej.

■ 21. Zadanie można rozwiązać wyprowadzając wzór na maksymalną wysokość rzutu pionowego. Łatwiej jednak będzie, jeśli rozważymy „puszczony do tyłu” rzut pionowy, czyli spadanie swobodne. Po pierwszej sekundzie takiego ruchu ciało uzyskuje prędkość o wartości 10 m/s. A zatem średnia prędkość kamienia w ciągu pierwszej sekundy ruchu wynosiła 5 m/s, przebył on więc drogę 5 m. W drugiej sekundzie mamy odpowiednio 15 m/s i 15 m (czyli razem 20 m), a w trzeciej 25 m/s i 25 m (czyli razem 45 m, czyli wartość podaną w treści zadania). **Odpowiedź C.**

■ 22. Dwa oporniki połączone szeregowo dadzą opór zastępczy 240 Ω . Pozostałe 40 Ω uzyskamy łącząc ze sobą równolegle trzy oporniki i dołączając je szeregowo do poprzednich. **Odpowiedź C.**

■ 23. Aby oszacować niepewność pomiaru pośredniego objętości kulki postępujemy następująco: obliczamy objętość kulki o promieniu r – wynosi ona $V_1 = 4/3 \cdot \pi r^3$; objętość kulki o promieniu $r + 1\%r = 1,01 r$ wynosi $V_2 = 4/3 \cdot \pi (1,01r)^3 \approx 1,03 r^3$. Różnica objętości wynosi $4/3 \cdot \pi \cdot 0,03 r^3$, co stanowi 3% objętości kulki. Należałoby jeszcze obliczyć objętość kulki o promieniu zmniejszonym o 1% i postępując analogicznie obliczyć oszacowanie objętości od strony minimum, a następnie jako ostateczną wartość niepewności wybrać większą z otrzymanych niepewności lub ich średnią arytmetyczną. **Odpowiedź E.**

■ 24. Moc ciepła wydzielanego na oporniku można zapisać wzorem $P = RI^2$. Moc ciepła wydzielanego na drugim oporniku jest 4 razy większa niż na pierwszym, a przez oporniki płynie prąd o tym samym natężeniu, więc opór drugiego opornika jest cztery razy większy niż pierwszego. **Odpowiedź A.**

■ 25. W czasie, gdy punkt P przemieszcza się w dół o pewną odległość, środkowy krążek przesuwa się o połowę tej odległości. Analogicznie, w tym samym czasie dolny krążek przemieszcza się o jedną czwartą tej odległości. **Odpowiedź B.**

■ 26. Wartość zmiany pędu pierwszej kuli o masie m wynosi $mv + 1/3 mv = 4/3 mv$. Zgodnie z zasadą zachowania pędu, taką samą wartość ma pęd nabyty przez drugą kulę w wyniku zderzenia. Energia kinetyczna pierwszej kuli zmieniła się z $mv^2/2$ na $m(v/3)^2/2 = mv^2/18$ czyli zmalała o $4/9 mv^2$. Taką energię kinetyczną uzyskała druga kula. Korzystając ze wzoru wyprowadzonego w rozwiązaniu zadania 9 możemy obliczyć masę drugiej kuli:

$$M = \frac{p^2}{2E_k} = \frac{\left(\frac{4}{3}mv\right)^2}{2 \cdot \frac{4}{9}mv^2} = \frac{\frac{16}{9}mv^2}{\frac{8}{9}mv^2} = 2.$$

Odpowiedź D.

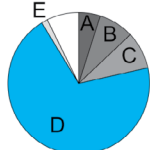
■ 27. Środek masy pręta znajduje się w jego geometrycznym środku. Ruch pręta można traktować jako złożenie ruchu postępowego środka pręta oraz ruchu obrotowego pręta wokół jego środka. W ruchu obrotowym wokół środka pręta końce pręta poruszają się z taką samą szybkością. **Odpowiedź A.**

■ 28. Sprężyny są połączone szeregowo, więc siły je rozciągające mają tę samą wartość. Druga sprężyna ma dwa razy większy współczynnik sprężystości, więc jej wydłużenie jest dwa razy mniejsze od wydłużenia pierwszej sprężyny. Taki sam jest też stosunek prac związanych z wydłużeniem sprężyn, a więc również stosunek ich energii potencjalnych sprężystości. Energia potencjalna drugiej sprężyny stanowi 2/3 wykonanej pracy. **Odpowiedź B.**

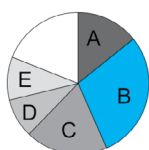
■ 29. Moc silnika pojazdu poruszającego się ze stałą prędkością o wartości v , na który działa siła oporu o wartości F , dana jest wzorem $P = F \cdot v$. Skoro $F \sim v$, to $P \sim v^2$, a zatem prawidłowa jest **odpowiedź C.**

■ 30. Zadanie nawiązuje do prawa rozpadu promieniotwórczego. Z informacji podanych w treści zadania wnioskujemy, że w pierwszej minucie lwiątko zjadło 800 płatków, więc w misce pozostało 800 płatków, a w drugiej minucie lwiątko zjadło 400 płatków i tyle samo pozostało w misce. A zatem w trzeciej, czwartej i piątej minucie lwiątko zjadło odpowiednio 200, 100 i 50 płatków, a więc łącznie w ciągu tych trzech minut zjadło ich 350. **Odpowiedź A.**

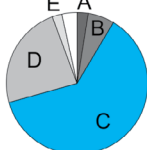
Zadanie 1



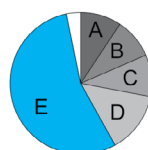
Zadanie 2



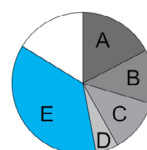
Zadanie 3



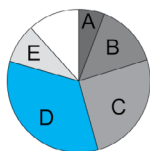
Zadanie 4



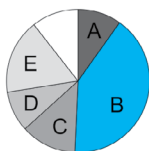
Zadanie 5



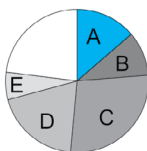
Zadanie 6



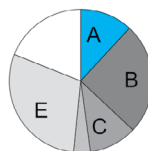
Zadanie 7



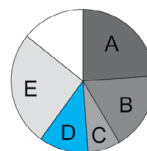
Zadanie 8



Zadanie 9



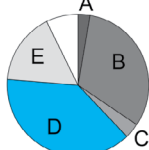
Zadanie 10



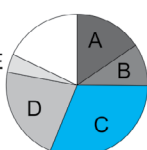
Zadanie 11



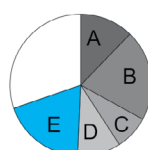
Zadanie 12



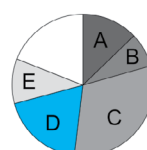
Zadanie 13



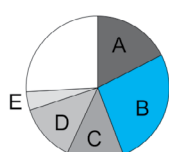
Zadanie 14



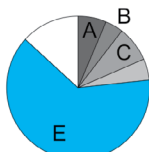
Zadanie 15



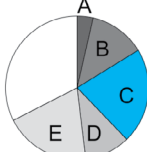
Zadanie 16



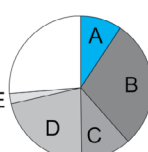
Zadanie 17



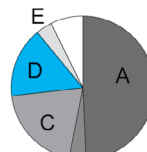
Zadanie 18



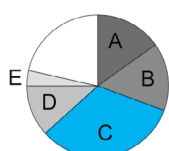
Zadanie 19



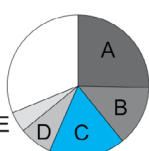
Zadanie 20



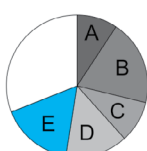
Zadanie 21



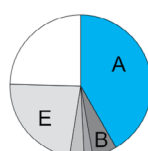
Zadanie 22



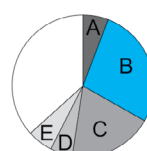
Zadanie 23



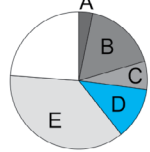
Zadanie 24



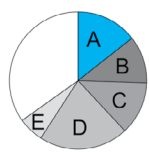
Zadanie 25



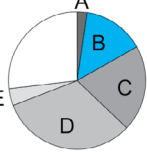
Zadanie 26



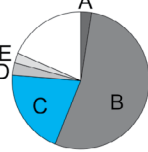
Zadanie 27



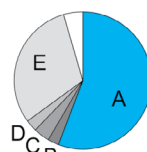
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



 prawidłowa

    nieprawidłowe

 brak

Klasy 2 liceum i technikum

■ 1. Słupki „hektometrowe” są ustawiane, jak sama nazwa wskazuje, co 1 hm (hektometr) = 100 m. Ze wzoru na wartość prędkości w ruchu jednostajnym:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{100 \text{ m}}{4 \text{ s}} = \frac{0,1 \text{ km}}{\frac{1}{900} \text{ h}} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Odpowiedź D.

■ 2. Każdy kandydat na naukowca powinien wiedzieć co nieco z historii swojej dziedziny. **Odpowiedź A.**

■ 3. Prawie 75% uczestników dobrze zna nasze „własne podwórko”. **Odpowiedź E.**

■ 4. Autorowi zadania udało się namieszać w głowach prawie połowy uczestników. A wystarczyło przecież zastosować III zasadę dynamiki Newtona. **Odpowiedź B.**

■ 5. Wzrostowi o 100%, czyli dwukrotnemu zwiększeniu częstotliwości drgań odpowiada dwukrotne zmniejszenie okresu drgań. Ze wzoru na okres małych drgań wahadła matematycznego o długości l

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

wynika, że okres ten jest wprost proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z długości l . Aby okres zmalał 2 razy długość wahadła należy zmniejszyć 4 razy, czyli o 75%. **Odpowiedź E.**

■ 6. **Odpowiedź D.** Tor to tzw. pozaukładowa jednostka ciśnienia, 1 Tr $\approx$ 133,3 Pa.

■ 7. Dla stałej ilości gazu doskonałego prawdziwa jest równość

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Podstawiamy $V_2 = V_1/2$ oraz $T_2 = 4T_1$ i otrzymujemy $p_2 = 8 p_1$. **Odpowiedź A.**

■ 8. Wartość siły sprężystości, jaką sprężyna działa na ciało, zależy od wydłużenia sprężyny, czyli od położenia ciała. Wynika

z tego, że wartość przyspieszenia ciała również zależy od jego położenia, a więc również od czasu. Jest to więc przykład ruchu niejednostajnie zmiennego. Na rozważanym etapie ruchu ciało zwalnia. **Odpowiedź D.**

■ 9. Jakikolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu od chwili, gdy lokomotywa zaczęła wjeżdżać do tunelu, do chwili, gdy ostatni wagon wyjedzie z tunelu. W tym czasie pociąg przebywa drogę 600 m + 100 m = 700 m, co przy prędkości o wartości 72 km/h = 20 m/s trwa 35 s. **Odpowiedź D.**

■ 10. Prąd wypływający z baterii (biegun po prawej stronie, dłuższa kreska) rozdziela się na dwie gałęzie z żarówkami B i C, po czym łączy się w kolejnym węźle i cały przepływa przez żarówkę E. Przez każdą z żarówek B i C płynie prąd o natężeniu dwa razy mniejszym, niż przez żarówkę E. Zanim, w kolejnym węźle, znowu rozdziela się, przy czym przez gałąź z dwiema żarówkami płynie prąd o natężeniu mniejszym niż przez gałąź z jedną żarówką. **Odpowiedź D.**

■ 11. Należało skorzystać ze wzoru na moc prądu stałego: $P = IU = U^2/R$, skąd otrzymujemy $U = \sqrt{RP}$. **Odpowiedź B.**

■ 12. Kartka formatu A4 ma pole powierzchni 0,21 m · 0,297 m $\approx$ 0,062 m². Można też wykorzystać fakt, że pole powierzchni arkusza formatu A0 jest równe 1 m², a kolejne rozmiary w serii (A1, A2, A3 itd.) definiowane są przez podział na pół poprzedzającego rozmiaru papieru równolegle do krótszej krawędzi – mamy więc 1 m²:16. Masa 1 kartki to 0,062 m² · 80 g/m² = 5 g. Szukana masa 2 · 5 · 500 · 5 g = 25 000 g = 25 kg. **Odpowiedź A.**

■ 13. W stanie ustalonym natężenie pola elektrycznego w każdym punkcie wewnątrz metalowego przedmiotu jest równe zero. Gdyby tak nie było, to działająca na swobodne elektrony siła spowodowałaby ich ruch. **Odpowiedź A.**

■ **14.** Dwuatomowa cząsteczka azotu ma 5 stopni swobody, a więc zmiana energii wewnętrznej n moli azotu wyraża się wzorem

$$\Delta U = \frac{5}{2} n R \Delta T,$$

co po podstawieniu danych z treści zadania oraz uniwersalnej stałej gazowej R prowadzi do **odpowiedzi E**.

■ **15.** Aby otrzymać taki obraz odległość przedmiotu od soczewki musi być większa od podwojonej ogniskowej. **Odpowiedź D.**

■ **16.** Przyjmuje się, że zmiana długości jest proporcjonalna do zmiany temperatury, co wyraża wzór na rozszerzalność liniową:

$$\Delta l = l_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T).$$

Współczynnik rozszerzalności liniowej α określa więc względny przyrost długości ciała przy zmianie temperatury o 1 K. **Odpowiedź B.**

■ **17.** Średnia szybkość ciała poruszającego się ruchem jednostajnie zmiennym jest równa średniej arytmetycznej szybkości początkowej i końcowej. Średnia szybkość motocykla w pierwszym etapie ruchu (czas trwania t) wynosi $(0 \text{ km/h} + 80 \text{ km/h})/2 = 40 \text{ km/h}$, a w drugim etapie (czas trwania $3t$) wynosi $(80 \text{ km/h} + 40 \text{ km/h})/2 = 60 \text{ km/h}$. Motocykl przebył więc drogę (wyrażoną w km, a czas t wyrażony w h):
 $s = 40 \cdot t + 60 \cdot 3t = 220 t$. Średnia wartość prędkości motocykla w całym ruchu była więc równa $v_{sr} = s/(4t) = 55 \text{ km/h}$. **Odpowiedź D.**

■ **18.** Sprężyna 1 jest rozciągnięta o 4 cm, więc działa ona na kulkę siłą zwróconą do góry o wartości $F_1 = k \cdot x_1 = 100 \text{ N/m} \cdot 0,04 \text{ m} = 4 \text{ N}$. Na kulkę działa również zwróconą w dół siłą ciężkości o wartości $F_2 = mg = 0,3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 3 \text{ N}$. Kulka jest w równowadze, więc działające na nią siły muszą się równoważyć, a zatem sprężyna 2 działa na kulkę siłą zwróconą w dół o wartości 1 N. Wydłużenie sprężyny 2 wynosi więc

$$x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{1 \text{ N}}{100 \text{ N/m}} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}.$$

Odpowiedź B.

■ **19.** Potencjał pola elektrostatycznego wytworzonego przez ładunek q w odległości r od tego ładunku wynosi

$$V = \frac{kq}{r},$$

gdzie k to stała. Potencjał pola elektrycznego wytworzonego przez układ ładunków jest sumą potencjałów pochodzących od poszczególnych ładunków. W rozważanym przypadku suma ta wynosi zero w punktach znajdujących się w tej samej odległości od ładunku dodatniego i ładunku ujemnego, czyli we wszystkich punktach płaszczyzny prostopadłej do odcinka, w którego końcach znajdują się ładunki, i przechodzącej przez środek tego odcinka. **Odpowiedź E.**

■ **20.** Zarówno masę jednej kulki, jak i niepewność pomiaru tej masy obliczamy dzieląc odpowiednio masę i niepewność pomiaru masy 20 kulek przez ich liczbę. **Odpowiedź E.** Koniecznie trzeba zwrócić uwagę na zapis masy kulki – w wyniku zapisano tyle samo cyfr po przecinku, co w niepewności pomiarowej.

■ **21.** Ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe przy stałej objętości związane są równaniem Mayera: $C_p - C_v = R$, które pozwoli nam obliczyć ciepło molowe przy stałym ciśnieniu: $C_p = 20,81 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$. Ciepło właściwe określone jest wzorem

$$c_w = \frac{Q}{m \cdot \Delta T},$$

natomiast ciepło molowe wzorem

$$C = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}.$$

Q oznacza ilość ciepła dostarczonego do gazu, m – masę gazu, n – liczbę moli, a ΔT zmianę temperatury. Dzieląc stronami pierwsze równanie przez drugie otrzymamy

$$\frac{c_w}{C} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \cdot \frac{n \cdot \Delta T}{Q} = \frac{n}{m} = \frac{1}{\mu},$$

gdzie μ to masa molowa gazu. Stosując powyższy wzór możemy obliczyć szukane ciepło właściwe:

$$c_w = \frac{C}{\mu} = \frac{20,8 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{0,004 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 5203 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

Odpowiedź C.

■ **22.** Cztery kondensatory połączone równolegle dadzą pojemność zastępczą $240 \mu\text{F}$. Pozostałe $20 \mu\text{F}$ uzyskamy łącząc ze sobą szeregowo trzy kondensatory i dołączając je równolegle do pozostałych. **Odpowiedź D.**

■ **23.** Gęstość średnia obliczona na podstawie średnich wyników pomiaru masy m i pomiaru długości a krawędzi dana jest wzorem

$$d_{\text{sr}} = \frac{m}{a^3}.$$

W najmniej korzystnym przypadku największego zawyżenia wyniku pomiaru masy i największego zaniżenia wyniku pomiaru długości krawędzi otrzymamy

$$d_{\text{max}} = \frac{m + 0,02m}{(a - 0,01a)^3} = \frac{1,02m}{(0,99a)^3} = 1,05 \cdot \frac{m}{a^3} = 1,05 \cdot d_{\text{sr}},$$

czyli o 5% więcej niż d_{sr} . Analogicznie należy obliczyć d_{min} , a następnie jako ostateczną wartość niepewności wybrać większą z otrzymanych niepewności lub ich średnią arytmetyczną. **Odpowiedź E.**

■ **24.** W czasie, gdy punkt P przemieszcza się w dół o pewną odległość, środkowy krążek przesuwają się o dwa razy większą odległość. Analogicznie, w tym samym czasie klocek przemieszcza się w dół o odległość cztery razy większą niż punkt P. **Odpowiedź D.**

■ **25.** Zadanie można rozwiązać wyprowadzając wzór na maksymalną wysokość rzutu pionowego. Łatwiej jednak będzie, jeśli rozważymy „puszczony do tyłu” rzut pionowy, czyli spadanie swobodne. Po pierwszej sekundzie takiego ruchu ciało uzyskuje prędkość o wartości 10 m/s . A zatem średnia prędkość kamienia w ciągu pierwszej sekundy ruchu wynosiła 5 m/s , przebył on więc drogę 5 m . W drugiej sekundzie mamy odpowiednio 15 m/s i 15 m , czyli razem 20 m podane w treści zadania. **Odpowiedź C.**

■ **26.** Znajomość dokładnego wzoru na moment bezwładności kuli względem osi zawierającej średnicę ($I = 2/5 MR^2$) nie jest konieczna. Wystarczy wiedzieć, że moment bezwładności jest wprost proporcjonalny do

iloczynu masy kuli (a ta jest wprost proporcjonalna do R^3) i R^2 , a więc $I \sim R^5$, skąd wynika **odpowiedź E.**

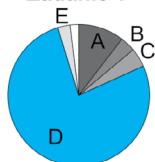
■ **27.** Klocki mają równe masy, więc środek masy układu znajduje się w środku odcinka łączącego środki klocków. Punkt ten nie wykonuje drgań, można więc rozważać drgania każdego klocka osobno, przy czym każdy klocek jest połączony z połową sprężyny. Współczynnik sprężystości połowy sprężyny jest dwa razy większy niż całej sprężyny. Podstawiając $2k$ zamiast k do wzoru na okres drgań ciała zamocowanego do końca sprężyny otrzymamy **odpowiedź C.**

■ **28.** Środek masy pręta znajduje się w jego geometrycznym środku. Ruch pręta można traktować jako złożenie ruchu postępowego środka pręta oraz ruchu obrotowego pręta wokół środka. W ruchu obrotowym końce pręta poruszają się z taką samą szybkością. Warunek ten jest spełniony, jeśli przyjmiemy, że środek pręta porusza się z prędkością o wartości $(v_1 + v_2)/2$ zwróconą tak, jak prędkość v_1 . Wtedy prędkość liniowa końców pręta związana z ruchem obrotowym ma wartość $(v_1 + v_2)/2$, skąd już łatwo obliczyć prędkość kątową. **Odpowiedź A.**

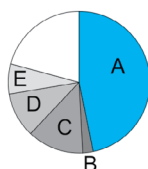
■ **29.** Sprężyny są połączone szeregowo, więc siły je rozciągające mają tę samą wartość. Druga sprężyna ma dwa razy większy współczynnik sprężystości, więc jej wydłużenie jest dwa razy mniejsze od wydłużenia pierwszej sprężyny. Taki sam jest też stosunek prac związanych z wydłużeniem sprężyn, a więc również stosunek ich energii potencjalnych sprężystości. Energia potencjalna drugiej sprężyny stanowi więc $1/3$ wykonanej pracy. **Odpowiedź D.**

■ **30.** Zadanie nawiązuje do prawa rozpadu promieniotwórczego. Niech x oznacza liczbę płatków zjedzonych w 1. minucie, wtedy liczby płatków zjedzonych w 2. i w 3. minucie wynoszą $x/2$ i $x/4$, czyli razem $7/4 \cdot x$. Rozwiązując równanie $7/4 \cdot x = 1260$ otrzymamy $x = 720$, a stąd już łatwo obliczyć, ile płatków lwiątko zjadło w 4. i 5. minucie. **Odpowiedź A.**

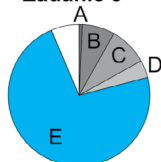
Zadanie 1



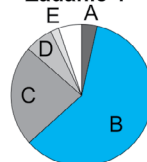
Zadanie 2



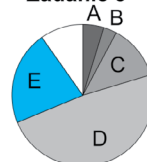
Zadanie 3



Zadanie 4



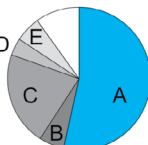
Zadanie 5



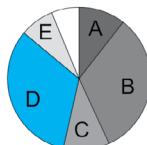
Zadanie 6



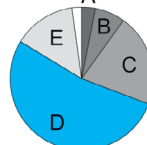
Zadanie 7



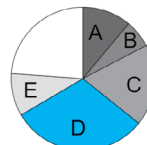
Zadanie 8



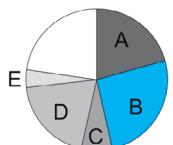
Zadanie 9



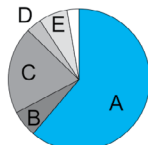
Zadanie 10



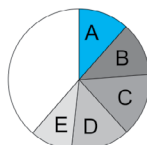
Zadanie 11



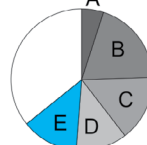
Zadanie 12



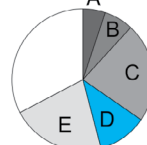
Zadanie 13



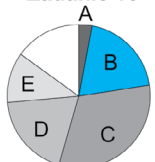
Zadanie 14



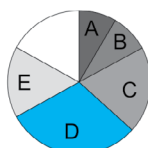
Zadanie 15



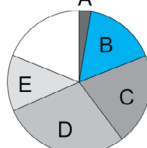
Zadanie 16



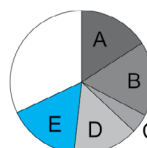
Zadanie 17



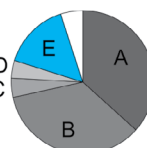
Zadanie 18



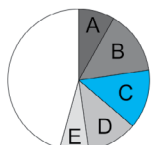
Zadanie 19



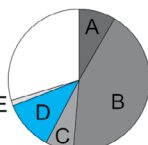
Zadanie 20



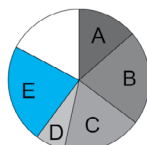
Zadanie 21



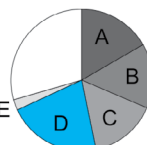
Zadanie 22



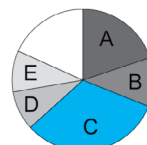
Zadanie 23



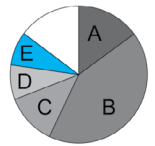
Zadanie 24



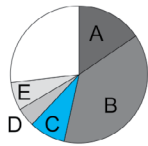
Zadanie 25



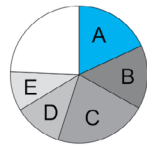
Zadanie 26



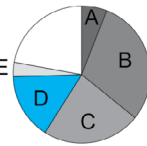
Zadanie 27



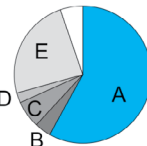
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



Klasy 3 liceum i technikum po szkole podstawowej

■ **1.** Słupki „hektometrowe” są ustawiane, jak sama nazwa wskazuje, co 1 hm (hektometr) = 100 m. 90 km/h odpowiada wartości

$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 90 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1000 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Przekształcamy wzór na wartość prędkości w ruchu jednostajnym $v = s/t$ do postaci pozwalającej obliczyć czas:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{100 \text{ m}}{25 \text{ m/s}} = 4 \text{ s}.$$

Odpowiedź D.

■ **2.** Najbliższą Ziemi gwiazdą jest Słońce, z którego światło dociera do Ziemi w 8 minut. **Odpowiedź C.**

■ **3.** Warto wiedzieć, co się dzieje na świecie. **Odpowiedź B.**

■ **4.** Częstotliwość f to odwrotność okresu T : $f = 1/T = 1/(12 \text{ h}) = 1/(12 \cdot 3600 \text{ s}) \approx 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ Hz}$. **Odpowiedź C.**

■ **5.** Trzeba było wykazać się znajomością promienia orbity Ziemi (około 150 mln km). Okres obiegu Ziemi dookoła Słońca to 1 rok czyli ok. $3 \cdot 10^7 \text{ s}$. Ze wzoru na szybkość średnią $v = s/t$ otrzymamy wynik ok. 30 km/s. Robi wrażenie! **Odpowiedź E.**

■ **6.** Sporo osób uznało, że jest to ruch jednostajnie przyspieszony. A przecież wartość siły sprężystości, jaką sprężyna działa na ciało, zależy od wydłużenia sprężyny, czyli od położenia ciała. A zatem wartość przyspieszenia ciała również zależy od jego położenia, czyli również od czasu. Jest to więc ruch niejednostajnie zmienny. Na rozważanym etapie ruchu ciało przyspiesza. **Odpowiedź E.**

■ **7.** Dla stałej ilości gazu doskonałego prawdziwa jest równość

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Podstawiamy $V_2 = 0,75 V_1$ oraz $T_2 = 1,5 T_1$ i otrzymujemy $p_2 = 2 p_1$. **Odpowiedź A.**

■ **8. Odpowiedź E.** Warto przypomnieć sobie, jak pole magnetyczne działa na poruszające się cząstki obdarzone ładunkiem elektrycznym.

■ **9. Odpowiedź A.** Prądy wirowe ogrzewają naczynie, które z kolei przekazuje energię cieplną do gotowanej potrawy. Ponad połowa uczestników zaznaczyła błędną odpowiedź E.

■ **10.** Obliczamy objętość jednej warstwy: $V_1 = abc = 1 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$. 20 warstw ma objętość $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Masa cynku jest więc równa $m = d \cdot V = 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 28,8 \text{ kg}$.

Odpowiedź A.

■ **11.** Z definicji pojemności elektrycznej: $C = Q/U$ mamy $Q = C \cdot U$, skąd wynika **odpowiedź C.**

■ **12. Odpowiedź E.** Pozostałe schematy zawierają ogniwa połączone szeregowo, które parami się „kompensują” i wypadkowa napięcie jest równe zero.

■ **13.** Przyjmuje się, że zmiana objętości, podobnie jak zmiana długości, jest proporcjonalna do zmiany temperatury, co wyraża wzór na rozszerzalność objętościową:

$$\Delta V = V_0 (1 + \beta \cdot \Delta T).$$

Współczynnik rozszerzalności liniowej β określa więc względny przyrost objętości ciała przy zmianie temperatury o 1 K. **Odpowiedź A.**

■ **14.** Powiększenie obrazu jest równe ilorazowi odległości y obrazu od soczewki i odległości x przedmiotu od soczewki. Obraz ma mieć tę samą wielkość co przedmiot, więc $y = x$. Z równania soczewki

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

otrzymamy **odpowiedź A.**

■ **15.** Najjaśniej świeci ta żarówka, przez którą płynie prąd o największym natężeniu. Prąd wypływający z baterii (biegun po prawej stronie, dłuższa kreska) rozdziela się na dwie gałęzie z żarówkami C oraz E i D, po czym łączy się w kolejnym węźle i cały przepływa przez żarówkę B. Za nią, w kolejnym węźle, znowu rozdziela się. A zatem prąd o największym natężeniu płynie przez żarówkę B. **Odpowiedź B.**

■ **16.** Prąd płynący ze źródła napięcia ładuje kondensator – rośnie ładunek Q zgromadzony w kondensatorze i napięcie na nim. Małe natomiast napięcie na oporniku, przez co zmniejsza się natężenie prądu. Poprawne były jednakowe **odpowiedzi D i E.** Oczywiście wystarczyło wybrać jedną z nich.

■ **17.** Jakikolwiek fragment pociągu znajduje się w tunelu od chwili, gdy lokomotywa zaczęła wjeżdżać do tunelu, do chwili, gdy ostatni wagon wyjedzie z tunelu. W tym czasie pociąg przebywa drogę $450 \text{ m} + 150 \text{ m} = 600 \text{ m}$, co przy prędkości o wartości $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$ trwa 40 s . **Odpowiedź D.**

■ **18.** Częstotliwość fali nie ulega zmianie przy przejściu fali do innego ośrodka. W rozważanym przypadku światło przechodzi z ośrodka o większym współczynniku załamania światła do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania światła, więc prędkość propagacji fali wzrasta. A zatem rośnie również długość fali. **Odpowiedź C.**

■ **19.** Trzy oporniki połączone szeregowo dadzą opór zastępczy 180Ω . Pozostałe 20Ω uzyskamy łącząc ze sobą równolegle trzy oporniki i dołączając je szeregowo do poprzednich. **Odpowiedź D.**

■ **20.** Zarówno masę jednej kulki, jak i niepewność pomiaru tej masy obliczamy dzieląc odpowiednio masę i niepewność pomiaru masy 20 kulek przez ich liczbę. **Odpowiedź E.** Koniecznie trzeba zwrócić uwagę na zapis masy kulki – w wyniku zapisano tyle samo cyfr po przecinku, co w niepewności pomiarowej.

■ **21.** Średnia szybkość ciała poruszającego się ruchem jednostajnie zmiennym jest równa średniej arytmetycznej szybkości początkowej i końcowej. Średnia szybkość motocykla w pierwszym etapie ruchu wynosi $(0 \text{ km/h} + 80 \text{ km/h})/2 = 40 \text{ km/h}$, w drugim etapie $(80 \text{ km/h} + 70 \text{ km/h})/2 = 75 \text{ km/h}$, a w trzecim $(70 \text{ km/h} + 0 \text{ km/h})/2 = 35 \text{ km/h}$. Każdy etap trwał tyle samo czasu (t wyrażone w h). Motocykl przebył więc drogę: $s = 40 \cdot t + 75 \cdot t + 35 \cdot t = 150 t$. Średnia wartość prędkości motocykla w całym ruchu była więc równa $v_{sr} = s/(3t) = 50 \text{ km/h}$. **Odpowiedź C.**

■ **22.** Prędkość fali można obliczyć ze wzoru $v = \lambda \cdot f$. W najmniej korzystnym przypadku złożenia się niepewności pomiarów i uzyskania największej wartości prędkości otrzymamy $v_{\max} = (\lambda + 4\% \lambda) \cdot (f + 2\% f) = 1,04 \lambda \cdot 1,02 f \approx 1,06 \lambda \cdot f$, czyli o 6% więcej niż wartość średnia. Analogicznie należy obliczyć $v_{\min}$, a następnie jako ostateczną wartość niepewności wybrać większą z otrzymanych niepewności lub ich średnią arytmetyczną. **Odpowiedź D.**

■ **23.** Ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe przy stałej objętości związane są równaniem Mayera: $C_p - C_v = R$, które pozwoli nam obliczyć ciepło molowe przy stałej objętości: $C_v = 12,5 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$. Ciepło właściwe określone jest wzorem

$$c_w = \frac{Q}{m \cdot \Delta T},$$

natomiast ciepło molowe wzorem

$$C = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}.$$

Q oznacza ilość ciepła dostarczonego do gazu, m – masę gazu, n – liczbę moli, a ΔT zmianę temperatury. Dzieląc stronami pierwsze równanie przez drugie otrzymamy

$$\frac{c_w}{C} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \cdot \frac{n \cdot \Delta T}{Q} = \frac{n}{m} = \frac{1}{\mu},$$

gdzie μ to masa molowa gazu. Stosując powyższy wzór możemy obliczyć szukane ciepło właściwe:

$$c_w = \frac{C}{\mu} = \frac{12,5 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{0,004 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 3125 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

Odpowiedź C.

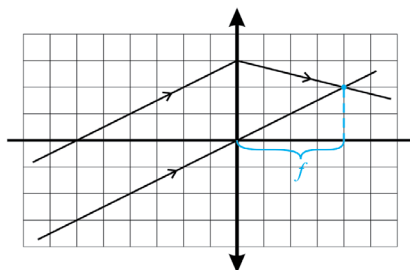
■ 24. Poziom natężenia dźwięku określony jest wzorem

$$L \text{ (dB)} = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0},$$

gdzie I to natężenie dźwięku, a I_0 to próg słyszalności. Jeśli argument logarytmu zwiększy się 100 razy, to wartość logarytmu dziesiętnego zwiększy się o 2. **Odpowiedź B.**

■ 25. Znajomość dokładnego wzoru na moment bezwładności bryły nie jest konieczna. Wystarczy wiedzieć, że jest on wprost proporcjonalny do iloczynu masy bryły (a ta jest wprost proporcjonalna do R^3) i R^2 , a więc $I \sim R^5$, skąd wynika **odpowiedź D.**

■ 26. Sposób I: Rysujemy promień równoległy do promienia padającego na soczewkę, ale przechodzący przez środek soczewki. Wiemy, że promień taki przechodząc przez soczewkę nie ulega załamaniu (rysunek).



Promienie równoległy po przejściu przez soczewkę przecinają się w punkcie leżącym na tzw. płaszczyźnie ogniskowej, czyli w odległości od soczewki równej ogniskowej f . Na podstawie rysunku wnioskujemy, że prawidłowa jest **odpowiedź B.**

Sposób II: Przyjmujemy, że promień padający na soczewkę od lewej strony pochodzi z punkтового źródła światła znajdującego się na głównej osi optycznej w odległości, jak wynika z rysunku, $x = 6$ cm. Rysując przedłużenie promienia po prawej stronie soczewki możemy stwierdzić, że przecina on oś optyczną w punkcie położonym w odległości $y = 12$ cm od soczewki. (Tam znajdowałby się obraz.) Ogniskową soczewki obliczymy korzystając ze wspomnianego wcześniej równania soczewki.

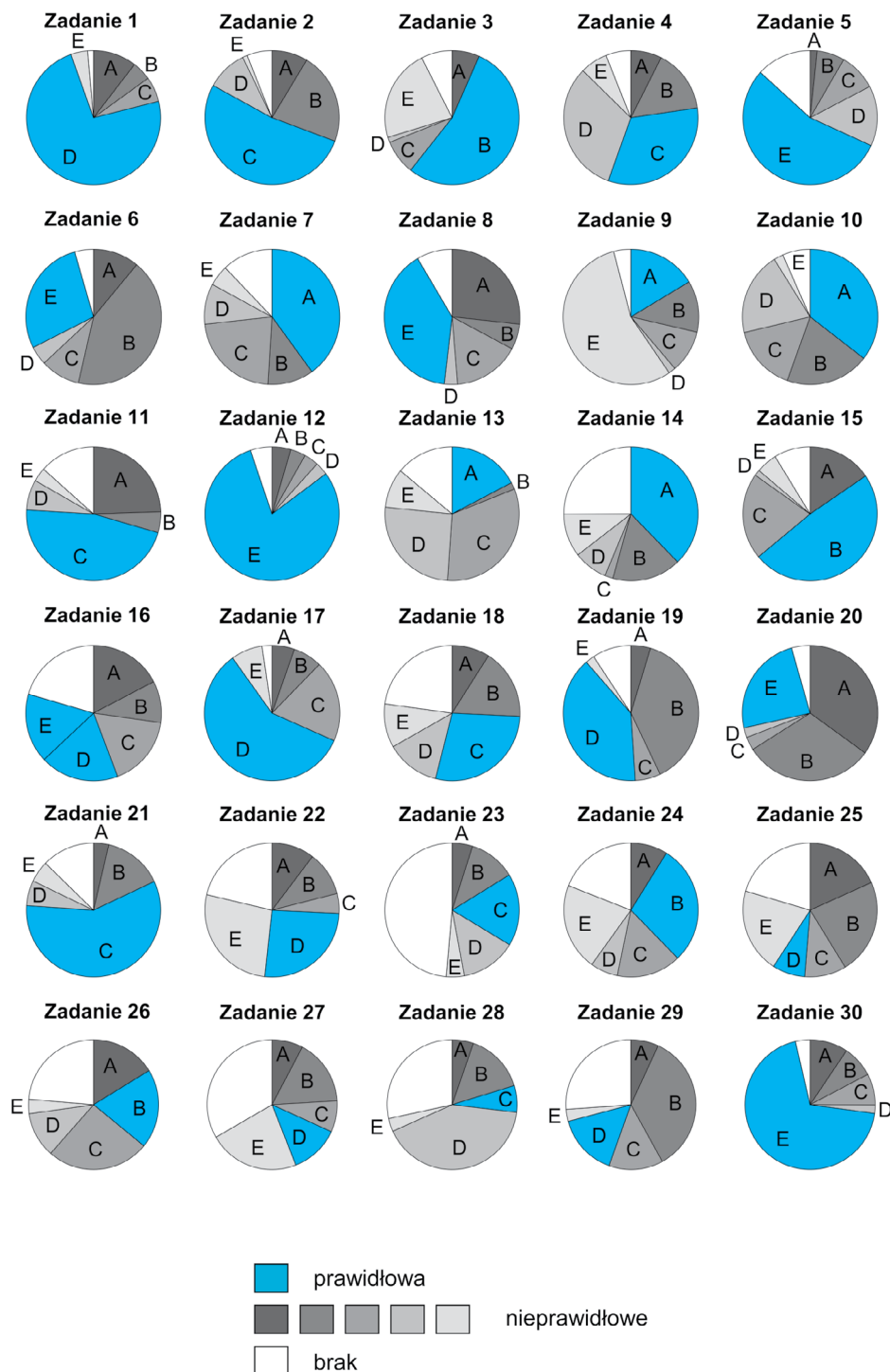
■ 27. Przez połowę okresu zmian napięcia, gdy potencjał górnego zacisku jest większy

od potencjału dolnego zacisku, dioda przewodzi i napięcie na oporniku R_1 jest równe napięciu przyłożonemu do zacisków układu. Moc średnia wynosi $P_{sr1} = U_{sk}^2/R = 529$ W. Przez drugą połowę okresu, gdy potencjał górnego zacisku jest mniejszy od potencjału dolnego zacisku, dioda nie przewodzi i napięcie na oporniku R_1 jest równe połowie napięcia przyłożonemu do zacisków układu. Moc średnia wynosi $P_{sr2} = (U_{sk}/2)^2/R \approx 132$ W. Obie połowy okresu trwają tyle samo czasu – można wykazać, że średnia moc ciepła wydzielonego na oporniku R_1 jest równa średniej arytmetycznej otrzymanych powyżej wyników. **Odpowiedź D.**

■ 28. Klocki mają masy m i $2m$, więc środek masy układu znajduje się w punkcie odcinka łączącego środki klocków w odległości $2/3$ długości tego odcinka mierząc od strony klocka o masie m . Punkt ten nie wykonuje drgań, można więc rozważać drgania każdego klocka osobno, przy czym każdy klocek jest połączony z częścią sprężyny. Współczynnik sprężystości części sprężyny o długości $2/3$ długości całej sprężyny jest równy $(3/2) \cdot k$. Podstawiając to zamiast k do wzoru na okres drgań ciała zamocowanego do końca sprężyny otrzymamy **odpowiedź C.**

■ 29. Sprężyny są połączone szeregowo, więc siły je rozciągające mają tę samą wartość. Druga sprężyna ma trzy razy większy współczynnik sprężystości, więc jej wydłużenie jest trzy razy mniejsze od wydłużenia pierwszej sprężyny. Taki sam jest też stosunek prac związanych z wydłużeniem sprężyn, a więc również stosunek ich energii potencjalnych sprężystości. Energia potencjalna pierwszej sprężyny stanowi więc $3/4$ wykonanej pracy. **Odpowiedź D.**

■ 30. Zadanie nawiązuje do prawa rozpadu promieniotwórczego. Niech x oznacza liczbę płatków zjedzonych w 1. minucie, wtedy liczby płatków zjedzonych w 2., 3. i 4. minucie wynoszą odpowiednio: $x/2$, $x/4$ i $x/8$ czyli razem $15/8 \cdot x$. Rozwiązując równanie $15/8 \cdot x = 3000$ otrzymamy $x = 1600$, a stąd już łatwo obliczyć, ile płatków zostało w misce. **Odpowiedź E.**



Klasy 3 liceum oraz 3 i 4 technikum po gimnazjum

■ 1. Słupki „hektometrowe” są ustawiane, jak sama nazwa wskazuje, co 1 hm (hektometr) = 100 m. Ze wzoru na wartość prędkości w ruchu jednostajnym:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{100 \text{ m}}{4 \text{ s}} = \frac{0,1 \text{ km}}{\frac{1}{900} \text{ h}} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Odpowiedź C.

■ 2. Najbliższą Ziemi gwiazdą poza Układem Słonecznym jest Alfa Centauri znajdująca się w odległości 4,4 roku świetlnego od Ziemi. **Odpowiedź B.**

■ 3. Warto wiedzieć, co się dzieje na świecie. **Odpowiedź A.**

■ 4. Wzory na energię i wartość pędu fotonu:

$$E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda}, \quad p_f = \frac{h}{\lambda},$$

gdzie c to szybkość światła w próżni, a h to stała Plancka. Zarówno energia, jak i wartość pędu są odwrotnie proporcjonalne do długości fali λ . **Odpowiedź B.**

■ 5. **Odpowiedź D.** Pozostałe schematy zawierają ogniwa połączone szeregowo, które parami się „kompensują” i wypadkowa napięcie jest równe zero.

■ 6. Dla stałej ilości gazu doskonałego prawdziwa jest równość

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Podstawiamy $V_2 = 1,4 V_1$ oraz $T_2 = 0,7 T_1$ i otrzymujemy $p_2 = p_1/2$. **Odpowiedź E.**

■ 7. Trzeba było wykazać się znajomością promienia orbity Ziemi (około 150 mln km). Okres obiegu Ziemi dookoła Słońca to 1 rok czyli ok. $3 \cdot 10^7$ s. Ze wzoru na szybkość średnią $v = s/t$ otrzymamy wynik ok. 30 km/s. Robi wrażenie! **Odpowiedź A.**

■ 8. Najślabiej świeci ta żarówka, przez którą płynie prąd o najmniejszym natężeniu.

Prąd wypływający z baterii (biegun po prawej stronie, dłuższa kreska) rozdziela się na dwie gałęzie z żarówkami B i C, po czym łączy się w kolejnym węźle i cały przepływa przez żarówkę E. Przez każdą z żarówek B i C płynie prąd o natężeniu dwa razy mniejszym, niż przez żarówkę E. Za nią, w kolejnym węźle, znowu rozdziela się, przy czym przez gałąź z dwiema żarówkami płynie prąd o natężeniu mniejszym niż przez gałąź z jedną żarówką. **Odpowiedź D.**

■ 9. Natężenie pola grawitacyjnego jest równe przyspieszeniu grawitacyjnemu. **Odpowiedź E.**

■ 10. Obliczamy objętość jednej warstwy: $V_1 = abc = 1 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 80 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$. 40 warstw ma objętość $6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Masa cynku jest więc równa $m = d \cdot V =$

$$= 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 46 \text{ kg}.$$

Odpowiedź C.

■ 11. Każdy kondensator może zgromadzić ładunek $Q = C \cdot U_{\text{max}} = 6,4 \text{ mC}$. Można stąd wywnioskować, że układ dwóch kondensatorów zgromadzi ładunek dwa razy większy. Jest to jednak błędny wniosek. Kondensatory są połączone szeregowo, a więc na zaciskach tego układu dostępny jest ładunek Q . **Odpowiedź D.**

■ 12. Przedstawiony układ stanowi dźwignię dwustronną. Układ będzie w równowadze, jeśli iloczyn wartości sił i ramion tych sił (odległość punktu przyłożenia siły od punktu podparcia) jest taki sam po obu stronach osi obrotu. Zatem odległość punktu podparcia listewki od prawego jej końca powinna być równa $\frac{3}{5} \cdot 90 \text{ cm} = 54 \text{ cm}$. Tak więc listewkę należy przesunąć w prawo o 9 cm. **Odpowiedź B.** Sporo osób zaznaczyło odpowiedź A, prawdopodobnie nie zauważając, że w zadaniu chodziło o przesunięcie listewki, a nie jej podparcia.

■ **13.** Rozszerzalność liniową przedstawia wzór $l = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$, gdzie α to współczynnik rozszerzalności liniowej. Rozważmy zmianę objętości prostopadłościanu o wymiarach $a \times b \times c$: $V = abc =$

$$= a_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot b_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \cdot c_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = \\ = a_0 b_0 c_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)^3 = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)^3$$

Korzystając ze wzoru skróconego mnożenia na sześcian sumy możemy zapisać:

$$V = V_0 \cdot [1 + 3\alpha \cdot \Delta T + 3(\alpha \cdot \Delta T)^2 + (\alpha \cdot \Delta T)^3]$$

Zazwyczaj $\alpha \cdot \Delta T$ jest znacznie mniejsze od 1, więc $V \approx V_0 \cdot (1 + 3\alpha \cdot \Delta T)$. Czynnikiem przy ΔT to właśnie współczynnik rozszerzalności objętościowej. Jest on 3 razy większy od współczynnika rozszerzalności liniowej. **Odpowiedź C.**

■ **14.** Powiększenie obrazu jest równe ilorazowi odległości y obrazu od soczewki i odległości x przedmiotu od soczewki. Obraz ma być trzykrotnie powiększony, więc $y = 3x$. Z równania soczewki: $1/x + 1/y = 1/f$ otrzymamy $x = (4/3)f$, czyli **odpowiedź D.**

■ **15.** Po zamknięciu obwodu w obwodzie płynie prąd. Maleje ładunek zgromadzony w kondensatorze, a zatem maleje również napięcie na kondensatorze. Zmniejsza się także napięcie na oporniku, przez co natężenie prądu także maleje. Natomiast rośnie ładunek, który już przepłynął przez opornik. **Odpowiedź E.**

■ **16.** Droga przebyta przez ciało poruszające się ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej jest wprost proporcjonalna do kwadratu czasu. Z treści zadania wnioskujemy, że w czasie $t - 1$ (gdzie t to całkowity czas ruchu) ciało przebyło 25/49 całej przebytej drogi. Otrzymujemy równanie

$$\frac{(t-1)^2}{t^2} = \frac{25}{49},$$

którego dodatnim rozwiązaniem jest $t = 3,5$ s. **Odpowiedź C.**

■ **17.** Cały pociąg znajduje się w tunelu od chwili, gdy ostatni wagon wjedzie do tunelu, do chwili, gdy lokomotywa dojedzie do końca tunelu. W tym czasie pociąg przebywa drogę $450 \text{ m} - 150 \text{ m} = 300 \text{ m}$, co przy prędkości o wartości $54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$ trwa 20 s. **Odpowiedź B.**

■ **18.** Na tym zadaniu polegała zdecydowana większość lwiątkowiczów. A przecież natężenie pola elektrycznego wytworzonego przez ładunek elektryczny rozmieszczony równomiernie na dużej (nieskończenie dużej) płaszczyźnie nie zależy od odległości od płaszczyzny. Oczywiście rozważana w zadaniu płyta ma skończone rozmiary, jednak pyłek znajduje się w odległości znacznie mniejszej od długości boku płyty, co uzasadnia zastosowanie powyższego przybliżenia. **Odpowiedź C.**

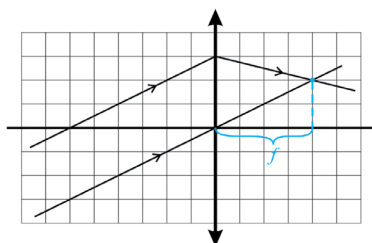
■ **19.** Dwa kondensatory połączone równolegle dadzą pojemność zastępczą $120 \mu\text{F}$. Pozostałe $15 \mu\text{F}$ uzyskamy łącząc ze sobą szeregowo cztery kondensatory i dołączając je równolegle do pozostałych. **Odpowiedź D.**

■ **20.** Zarówno masę jednej kulki, jak i niepewność pomiaru tej masy obliczamy dzieląc odpowiednio masę i niepewność pomiaru masy 20 kulek przez ich liczbę. **Odpowiedź E.** Koniecznie trzeba zwrócić uwagę na zapis masy kulki – w wyniku zapisano tyle samo cyfr po przecinku, co w niepewności pomiarowej.

■ **21.** Średnia szybkość ciała poruszającego się ruchem jednostajnie zmiennym jest równa średniej arytmetycznej szybkości początkowej i końcowej. Średnia szybkość motocykla w pierwszym etapie ruchu wynosi $(0 \text{ km/h} + 90 \text{ km/h})/2 = 45 \text{ km/h}$, w drugim etapie $(90 \text{ km/h} + 60 \text{ km/h})/2 = 75 \text{ km/h}$, a w trzecim $(60 \text{ km/h} + 0 \text{ km/h})/2 = 30 \text{ km/h}$. Każdy etap trwał tyle samo czasu (t wyrażone w h). Motocykl przebył więc drogę: $s = 45 \cdot t + 75 \cdot t + 30 \cdot t = 150 t$. Średnia wartość prędkości motocykla w całym ruchu była więc równa $v_{sr} = s/(3t) = 50 \text{ km/h}$. **Odpowiedź C.**

■ **22.** Moc ciepła wydzielanego przez spiralę można zapisać wzorem: $P = U^2/R$. W najmniej korzystnym przypadku złożenia się niepewności pomiarów i uzyskania największej wartości mocy otrzymamy $P_{\max} = (U + 1\%U)^2/(R - 5\%R) = (1,01 \cdot U)^2/(0,95 \cdot R) = 1,07 \cdot U^2/R$, czyli o 7% więcej niż wartość średnia. Analogicznie należy obliczyć $P_{\min}$, a następnie jako ostateczną wartość niepewności wybrać większą z otrzymanych niepewności lub ich średnią arytmetyczną. **Odpowiedź D.**

■ **23.** Sposób I: Rysujemy promień równoległy do promienia padającego na soczewkę, ale przechodzący przez środek soczewki. Wiemy, że promień taki przechodząc przez soczewkę nie ulega załamaniu (rysunek).



Promienie równoległe po przejściu przez soczewkę przecinają się w punkcie leżącym na tzw. płaszczyźnie ogniskowej, czyli w odległości od soczewki równej ogniskowej f . Na podstawie rysunku wnioskujemy, że prawidłowa jest **odpowiedź B**. Sposób II opisano w rozwiązaniu zadania 26 z zestawu dla klas 3 liceum i technikum po szkole podstawowej.

■ **24.** Ciepło molowe przy stałej objętości obliczymy korzystając z równania Mayera: $C_p - C_v = R$. $C_v = 12,5 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$. Ciepło właściwe obliczymy stosując wzór wyprowadzony w rozwiązaniu zadania 23 z zestawu dla klas 3 liceum i technikum po szkole podstawowej:

$$c_w = \frac{C}{\mu} = \frac{12,5 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}}{0,02 \text{ kg/mol}} = 625 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Odpowiedź C.

■ **25.** Poziom natężenia dźwięku określony jest wzorem

$$L \text{ (dB)} = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0},$$

gdzie I to natężenie dźwięku, a I_0 to próg słyszalności. Jeśli argument logarytmu zwiększy się 1000 razy, to wartość logarytmu dziesiętnego zwiększy się o 3. **Odpowiedź B.**

■ **26.** Znajomość dokładnego wzoru na moment bezwładności bryły nie jest konieczna. Wystarczy wiedzieć, że jest on wprost proporcjonalny do iloczynu masy bryły (a ta jest wprost proporcjonalna do R^3) i R^2 , a więc $I \sim R^5$, skąd wynika **odpowiedź D**.

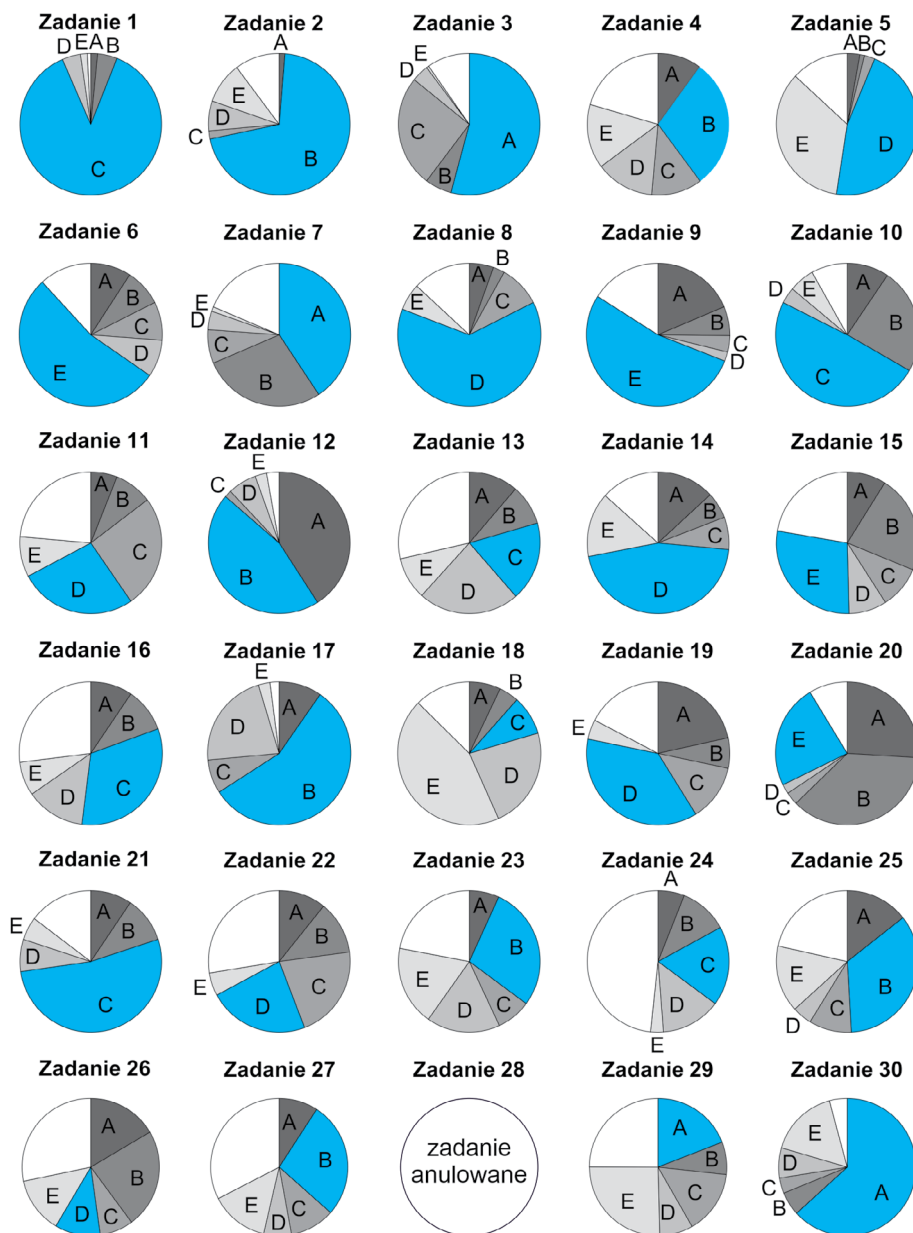
■ **27.** Przez połowę okresu zmian napięcia, gdy potencjał górnego zacisku jest większy od potencjału dolnego zacisku, dioda prze-

wodzi, a napięcie na oporniku R_2 jest równe zero. Moc średnia wynosi 0 W. Przez drugą połowę okresu, gdy potencjał górnego zacisku jest mniejszy od potencjału dolnego zacisku, dioda nie przewodzi i napięcie na oporniku R_2 jest równe połowie napięcia przyłożonego do zacisków układu. Moc średnia wynosi $P_{\text{sr2}} = (U_{\text{sk}}/2)^2/R \approx 132 \text{ W}$. Obie połowy okresu trwają tyle samo czasu – można wykazać, że średnia moc ciepła wydzielonego na oporniku R_2 jest równa średniej arytmetycznej otrzymanych powyżej wyników. **Odpowiedź B.**

■ **28.** Klocki mają masy m i $3m$, więc środek masy układu znajduje się na odcinku łączącym środki klocków w punkcie znajdującym się w odległości $3/4$ długości tego odcinka mierząc od strony klocka o masie m . Punkt ten nie wykonuje drgań, można więc rozważać drgania każdego klocka osobno, przy czym każdy klocek jest połączony z częścią sprężyny. Współczynnik sprężystości części sprężyny o długości $3/4$ długości całej sprężyny jest równy $(4/3) \cdot k$. Podstawiając to zamiast k do wzoru na okres drgań ciała zamocowanego do końca sprężyny otrzymamy **odpowiedź D**. W arkuszu konkursowym nie było prawidłowej odpowiedzi – zadanie anulowano.

■ **29.** Sprężyny są połączone szeregowo, więc siły je rozciągające mają tę samą wartość. Druga sprężyna ma trzy razy większy współczynnik sprężystości, więc jej wydłużenie jest trzy razy mniejsze od wydłużenia pierwszej sprężyny. Taki sam jest też stosunek prac związanych z wydłużeniem sprężyn, a więc również stosunek ich energii potencjalnych sprężystości. Energia potencjalna drugiej sprężyny stanowi więc $1/4$ wykonanej pracy. **Odpowiedź A.**

■ **30.** Zadanie nawiązuje do prawa rozpadu promieniotwórczego. Niech x oznacza liczbę płatków zjedzonych w 1. minucie, wtedy liczby płatków zjedzonych w 2., 3. i 4. minucie wynoszą odpowiednio: $x/2$, $x/4$ i $x/8$ czyli razem $15/8 \cdot x$. Rozwiązując równanie $15/8 \cdot x = 3000$ otrzymamy $x = 1600$, a stąd już łatwo obliczyć, ile płatków było w misce na początku. **Odpowiedź A.**



Sprawozdanie

Statystyka

W konkursie wzięło udział ponad 3500 uczestników z około 450 szkół. Tradycyjnie w konkursie wzięła udział polska szkoła w czeskim Cieszynie. Rekordowo z jednej szkoły zgłoszono 122 uczniów. Około 38% uczestników to uczniowie szkół podstawowych, pozostali to uczniowie liceów i techników.

Wyniki

Średnie oraz mediany liczby uzyskanych punktów na poszczególnych poziomach:

Klasy	szkoła podstawowa		liceum i technikum			
	7	8	1	2	3 po s.p.	3 i 4 po gim
Średnia	42,8	51,5	50,1	48,8	58,0	65,5
Mediana	40,00	47,50	46,75	46,25	56,00	61,25

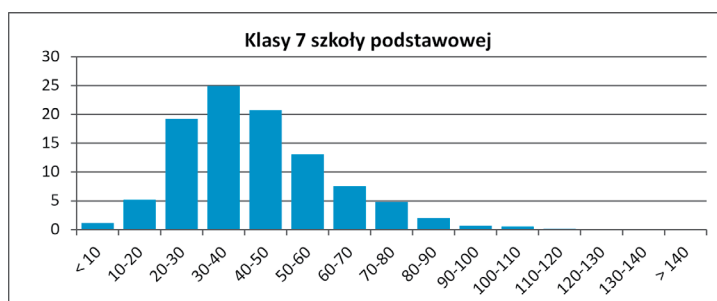
Mamy nadzieję, że zadania były ciekawe i nietrywialne, a że są trudne – to właśnie zmusza do wysiłku umysłowego. Przypominamy, że na starcie uczeń otrzymuje 30 pkt., za poprawną odpowiedź otrzymuje 3, 4 lub 5 pkt. w zależności od trudności, a za złą odpowiedź są punkty ujemne. Zwycięzcy oraz wyróżnieni otrzymali dyplomy oraz nagrody książkowe – między innymi książki popularnonaukowe i albumy. Mamy nadzieję, że nauczyciele również docenili pracę swoich uczniów i nagrodzili ich wysokimi ocenami z fizyki. Wszyscy nauczyciele, którzy zorganizowali konkurs w swojej szkole, otrzymali pisemne podziękowania, nauczyciele przygotowujący laureatów do konkursu – gratulacje.

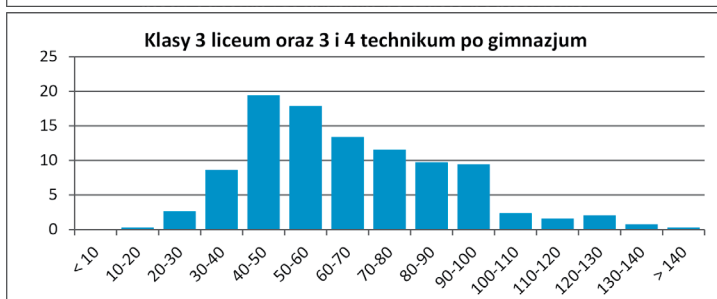
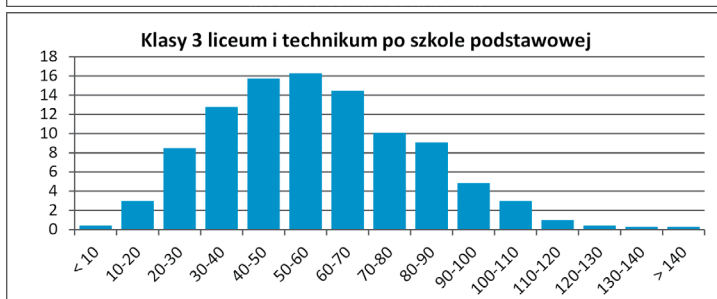
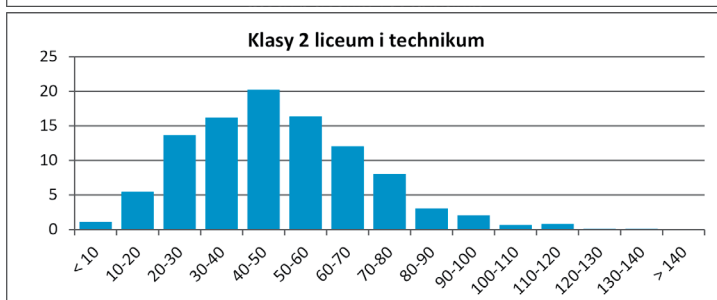
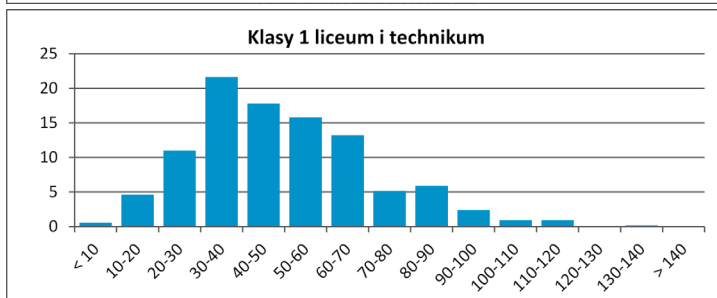
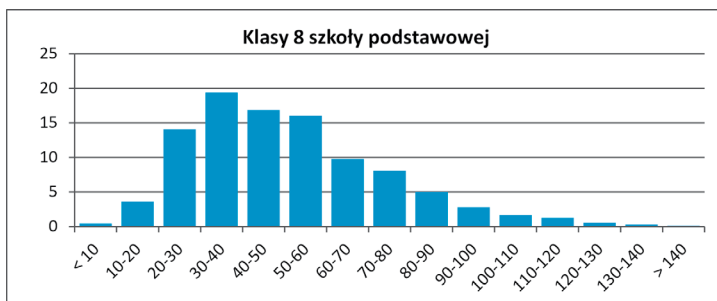
Uczestnicy, którzy zdobyli najwyższe wyniki, otrzymali nagrody oraz honorowe tytuły:

- „hiperon Ω ” – dla osób, które uzyskały co najmniej 125 punktów,
- „kaon” – dla osób, które uzyskały co najmniej 100 i mniej niż 125 punktów,
- „taon” – dla osób, które uzyskały co najmniej 75 i mniej niż 100 punktów.

Przypominamy, że „Lwiątko” posiada swój profil na Facebooku, gdzie można również prowadzić dyskusje dotyczące zadań konkursowych. Zapraszamy do odwiedzenia i udziału w dyskusji.

Histogramy liczby uzyskanych punktów.





Laureaci

Klasy 7 szkoły podstawowej

1. **Kacper Olechowski**, Szkoła Podstawowa nr 1 im. M. Kopernika w Leżajsku, **113,75 pkt.**
2. **Lena Bęben**, Szkoła Podstawowa nr 1 im. M. Kopernika w Leżajsku, **107,25 pkt.**
3. **Leon Bolikowski**, Szkoła Podstawowa nr 9 STO w Warszawie, **105,00 pkt.**
4. **Maksymilian Pakulski**, Zespół Szkół nr 48 w Warszawie, **103,75 pkt.**
5. **Jan Ksepko**, Szkoła Podstawowa nr 47 w Białymstoku, **100,00 pkt.**
6. **Błażej Gędek**, Szkoła Podstawowa z OI nr 12 im. J. Korczaka w Krakowie, **97,50 pkt.**
7. **Marek Paszenda**, Szkoła Podstawowa nr 2 w Pawłowicach, **96,25 pkt.**
8. **Maciej Hryniewicz**, Szkoła Podstawowa nr 9 w Gliwicach, **91,25 pkt.**
9. **Amelia Charymska**, Szkoła Podstawowa nr 1 im. Gen. F. Kleeberga w Ząbkach, **88,75 pkt.**
10. **Franciszek Ulatowski**, Bednarska Szkoła Podstawowa w Warszawie, **88,50 pkt.**

Klasy 8 szkoły podstawowej

1. **Milena Wolska**, Sopotkie Szkoły Autonomiczne, **143,75 pkt.**
2. **Igor Zygmunt**, Szkoła Podstawowa w Łasinie, **138,75 pkt.**
3. **Karol Bednarz**, Zespół Szkół w Borkach, **130,75 pkt.**
4. **Michał Jacek**, I Społeczne Liceum Ogólnokształcące w Zamościu, **128,75 pkt.**
5. **Bartosz Borowicz**, Szkoła Podstawowa nr 3 im. M. Kopernika w Lipnie, **127,50 pkt.**
6. **Igor Jurewicz**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2 w Białymstoku, **125,00 pkt.**
7. **Maciej Cesnowski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2 w Białymstoku, **121,25 pkt.**
8. **Adam Paraszkiwicz**, Społeczna Szkoła Podstawowa nr 1 w Szczecinie, **118,75 pkt.**
9. **Dawid Chudzik**, Szkoła Podstawowa nr 9 STO w Warszawie, **117,50 pkt.**
9. **Adam Sienkiewicz**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2 w Białymstoku, **117,50 pkt.**

Klasy 1 liceum i technikum

1. **Krzysztof Kopecki**, II Liceum Ogólnokształcące w Rzeszowie, **134,25 pkt.**
2. **Kamil Przybyszewski**, Zespół Szkół Komunikacji w Poznaniu, **116,25 pkt.**
3. **Mateusz Ciszewski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7 w Szczecinie, **114,25 pkt.**
3. **Karina Gładysz**, II Liceum Ogólnokształcące w Rzeszowie, **114,25 pkt.**
5. **Kacper Siatkowski**, Prywatne Akademickie Liceum Ogólnokształcące „Szkoła Marzeń” w Piasecznie, **113,25 pkt.**
6. **Tymon Pelowski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 6 w Bydgoszczy, **111,25 pkt.**
7. **Robert Balcerzak**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 6 w Bydgoszczy, **107,50 pkt.**
8. **Paweł Włoch**, V Liceum Ogólnokształcące w Krakowie, **106,50 pkt.**
9. **Antoni Baraniecki**, Liceum Ogólnokształcące nr III we Wrocławiu, **104,75 pkt.**
10. **Filip Bartocha**, VI Liceum Ogólnokształcące im. J. Słowackiego w Kielcach, **103,25 pkt.**

Klasy 2 liceum i technikum

1. **Michał Lipiec**, V Liceum Ogólnokształcące w Krakowie, **140,00 pkt.**
2. **Kamil Czyżowicz**, III Liceum Ogólnokształcące w Tarnowie, **127,50 pkt.**
3. **Wojciech Domin**, Liceum Ogólnokształcące nr III we Wrocławiu, **116,25 pkt.**
4. **Wiktor Bański**, VIII Liceum Ogólnokształcące w Katowicach, **114,75 pkt.**
5. **Paweł Buczyński**, Akademickie Liceum Ogólnokształcące Politechniki Białostockiej, **113,75 pkt.**
6. **Jan Błażuk**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 2 w Białymstoku, **113,25 pkt.**
7. **Norbert Dąbrowski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7 w Szczecinie, **111,25 pkt.**
8. **Jakub Nowak**, Zespół Szkół nr 14 we Wrocławiu, **108,50 pkt.**
9. **Marcin Cieślak**, Zespół Szkół Licealnych i Technicznych nr 1 w Warszawie, **106,25 pkt.**
10. **Michał Lichwała**, Publiczne Liceum Ogólnokształcące Politechniki Łódzkiej, **102,50 pkt.**
10. **Jakub Trela**, III Liceum Ogólnokształcące w Tarnowie, **102,50 pkt.**

Klasy 3 liceum i technikum po szkole podstawowej

1. **Wojciech Kukielka**, I Liceum Ogólnokształcące w Radzynie Podlaskim, **145,00 pkt.**
2. **Justyna Strejczek**, V Liceum Ogólnokształcące im. Księcia Józefa Poniatowskiego w Warszawie, **142,50 pkt.**
3. **Mateusz Pindel**, Zespół Szkół w Dobiegniewie, **133,75 pkt.**
3. **Jan Szwyngiel**, Zespół Szkół Licealnych i Technicznych nr 1 w Warszawie, **133,75 pkt.**
5. **Michał Mielnicki**, V Liceum Ogólnokształcące w Krakowie, **126,25 pkt.**
6. **Jan Złotopolski-Pirczewski**, Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 7 w Szczecinie, **123,25 pkt.**
7. **Mateusz Giermek**, XXVII Liceum Ogólnokształcące im. T. Czackiego w Warszawie, **122,50 pkt.**
8. **Radosław Antończyk**, V Liceum Ogólnokształcące w Bielsku-Białej, **117,25 pkt.**
9. **Konrad Dunicz**, Zespół Szkół Licealnych w Leżajsku, **117,00 pkt.**
10. **Ksawery Radomski**, Zespół Szkół Licealnych i Technicznych nr 1 w Warszawie, **116,25 pkt.**

Klasy 3 liceum i technikum po gimnazjum

1. **Antoni Łasica**, I Liceum Ogólnokształcące w Bolesławcu, **146,00 pkt.**
2. **Jakub Głód**, III Liceum Ogólnokształcące w Krośnie, **134,75 pkt.**
3. **Łukasz Byrski**, VIII Liceum Ogólnokształcące w Katowicach, **133,75 pkt.**
4. **Piotr Fila**, Zespół Szkół Licealnych i Technicznych nr 1 w Warszawie, **132,50 pkt.**
5. **Antoni Kingston**, Zespół Szkół nr 15 w Warszawie, **130,00 pkt.**
6. **Jakub Schindler**, Akademickie Liceum Ogólnokształcące Politechniki Wrocławskiej, **128,25 pkt.**
7. **Przemysław Ciura**, III Liceum Ogólnokształcące w Krośnie, **127,50 pkt.**
8. **Miłosz Sokół**, III Liceum Ogólnokształcące w Krośnie, **125,00 pkt.**
8. **Marcel Wronkowski**, Zespół Szkół nr 15 w Warszawie, **125,00 pkt.**
8. **Tomasz Zając**, Publiczne Liceum Ogólnokształcące nr II z Oddziałami Dwujęzycznymi w Opolu, **125,00 pkt.**

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

Organizatorzy

Spis treści

Lwiątko ze Lwowa	2
Zadania	
Klasy 7 szkoły podstawowej	3
Klasy 8 szkoły podstawowej	6
Klasy 1 liceum i technikum	10
Klasy 2 liceum i technikum	14
Klasy 3 liceum i technikum po szkole podstawowej	17
Klasy 3 liceum oraz 3 i 4 technikum po gimnazjum	21
Odpowiedzi	25
Rozwiązania i odpowiedzi	
Klasy 7 szkoły podstawowej	26
Klasy 8 szkoły podstawowej	30
Klasy 1 liceum i technikum	34
Klasy 2 liceum i technikum	38
Klasy 3 liceum i technikum po szkole podstawowej	42
Klasy 3 liceum oraz 3 i 4 technikum po gimnazjum	46
Sprawozdanie	50
Laureaci.....	52

Broszurkę wyprodukowano na potrzeby
Ogólnopolskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”
Egzemplarz bezpłatny
Autorzy zadań: Piotr Goldstein, Adam Smólski, Witold Zawadzki
Rozwiązania zadań opracował Witold Zawadzki

Zestawy zadań są chronione prawem autorskim.
© Copyright Fundacja Akademia Młodych Fizyków, Kraków, 2022 r.