

**Polsko-Ukraiński
Konkurs Fizyczny**

Lwiątko 2017

Zadania z rozwiązaniami



Kraków 2017

Lwiątko ze Lwowa

Po raz kolejny oddajemy do Państwa rąk broszurę zawierającą zadania z Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego Lwiątko – tym razem z piętnastej edycji, która miała miejsce w 2017 r.

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

Na jesieni 2002 roku lwowscy organizatorzy zaproponowali, by konkurs odbywał się także w Polsce. Podchwyciono tę propozycję i w 2003 roku „Lwiątko” miało po raz pierwszy swą polską edycję. Stroną organizacyjną zajęło się Towarzystwo Przyjaciół I Społecznego Liceum Ogólnokształcącego w Warszawie. Patronat nad konkursem objęło Polskie Towarzystwo Fizyczne oraz Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana w Warszawie. Począwszy od roku 2009 organizatorem konkursu było Stowarzyszenie Absolwentów i Przyjaciół V Liceum Ogólnokształcącego im. Augusta Witkowskiego w Krakowie. Konkurs cieszy się przyjaźnią znanych czasopism dla nauczycieli fizyki i uczniów: „Foton” i „Neutrino”.

W 2017 roku konkurs odbył się 27 marca. W roku 2018 konkurs nie odbył się. Od roku 2019 organizatorem konkursu jest Fundacja Akademia Młodych Fizyków. Kolejna edycja konkursu fizycznego Lwiątko odbędzie się **25 marca 2019 roku**, jak zwykle w ostatni poniedziałek marca.

Patronat Honorowy nad „Lwiątkiem” objął Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Tym samym wyróżniono organizowane przez nas przedsięwzięcie jako skuteczną motywację uczniów do zdobywania wiedzy, a także jako sposób uzupełniania programu zajęć szkolnych.

Wszystkie informacje dotyczące konkursu (termin zgłoszeń, formularz zgłoszeniowy, zasady przeprowadzania, zadania z poprzednich edycji) można znaleźć na naszej stronie internetowej www.lwiatko.org.

Zapraszamy!
Organizatorzy

Klasy 1–2 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. 15 dm to w przeliczeniu

- A. 0,15 mm, B. 1,5 mm, C. 150 mm,
D. 1500 mm, E. 15 000 mm.

■ 2. Gdy mając Słońce za plecami, obserwujesz swój cień, stojąc w jakimś miejscu w Polsce, to cień ten porusza się

- A. zgodnie z ruchem wskazówek zegara,
B. przeciwnie do ruchu wskazówek zegara,
C. rano – zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a po południu – przeciwnie do ruchu wskazówek zegara,
D. po południu – zgodnie z ruchem wskazówek zegara, a rano – przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

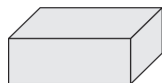
E. Cień nie przesuwa się w żadną stronę, a jedynie wydłuża lub skraca zależnie od pory dnia.

■ 3. W bezchmurny i bezwietrzny dzień największe ciśnienie atmosferyczne panuje

- A. na plaży nad Morzem Bałtyckim,
B. w Warszawie,
C. na szczycie Mont Blanc,
D. na szczycie Mount Everest.
E. We wszystkich tych miejscach panuje takie samo ciśnienie atmosferyczne.

■ 4. Pan Leon zużywa dziennie zawsze tę samą ilość mydła (rys.), przy czym całą kostkę „wymydlą” w ciągu 16 dni. Jeśli proporcje boków są zachowane, to po ilu dniach wszystkie wymiary mydła maleją do połowy?

- A. 4. B. 8.
C. 10. D. 12.
E. 14.



■ 5. Kulka (K) tonie w nafcie (N), a pływa częściowo zanurzona w wodzie (W) i pływa całkowicie zanurzona w oleju (O). Gęstości substancji spełniają zależność

- A. $d_N > d_O > d_K > d_W$,
B. $d_N > d_O = d_K > d_W$,
C. $d_N > d_O = d_K = d_W$,
D. $d_W > d_K = d_O > d_N$,
E. $d_W = d_K = d_O > d_N$.

■ 6. Grubość kartki papieru to ok. 0,1 ... (i tu zatarły się jednostki). Co należy wstawić w miejsce kropek?

- A. dm. B. cm.
C. mm. D. μm .
E. nm.

■ 7. Pole przekroju ostrza pinezki wynosi 0,1 mm². Ciśnienie wywierane na deskę przez pinezkę wciskaną do deski z siłą 10 N wynosi

- A. 10 Pa,
B. 100 Pa,
C. 1000 Pa,
D. 100 000 Pa,
E. 100 000 000 Pa.

■ 8. Klocek opadł na dno naczynia z cieczą. Oznacza to, że

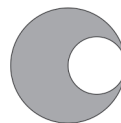
- A. na klocek nie działa siła wyporu,
B. wartość siły wyporu działającej na klocek jest mniejsza od wartości siły grawitacji,
C. wartości działających na klocek – siły wyporu i siły grawitacji są sobie równe,
D. wartości działających na klocek – siły reakcji podłoża i siły grawitacji są sobie równe,
E. klocek znajduje się w stanie nieważkości.

■ 9. Iloczyn wartości siły i czasu ma wymiar

- A. masy,
B. pędu,
C. przyspieszenia,
D. pracy,
E. mocy.

■ 10. W dużej jednorodnej kuli o promieniu R wydrążono małą kulę o promieniu $R/2$, jak pokazano na rysunku. Jaki jest stosunek masy materiału usuniętego do masy dużej kuli przed wydrążeniem?

- A. 1/2.
B. 1/4.
C. 1/8.
D. 1/6.
E. 1/16.



Zadania 11 – 20 za 4 punkty

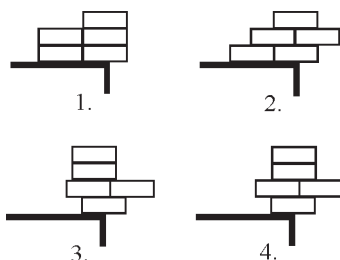
■ **11.** W lutym 2017 roku podano, że NASA dokonała ważnego odkrycia w przestrzeni kosmicznej. Czego ono dotyczyło?

- A. Odkryto pierwszą planetę poza Układem Słonecznym.
 B. Odkryto dodatkową planetę o rozmiarach Ziemi w Układzie Słonecznym.
 C. Odkryto układ kilku planet o rozmiarach zbliżonych do rozmiarów Ziemi.
 D. Odebrano sygnał od innych istot żywych w Kosmosie.
 E. Zarejestrowano fale grawitacyjne wytworzone przez dwie zderzające się czarne dziury.

■ **12.** Obręcz składa się z płaskiego pierścienia o średnicy wewnętrznej d_1 i zewnętrznej d_2 . Które z poniższych wyrażeń odpowiada promieniowi okręgu, jaki można by narysować dokładnie w połowie odległości między brzegami pierścienia?

- A. $(d_1 + d_2)/4$.
 B. $(d_1 + d_2)/2$.
 C. $(d_2 - d_1)/2$.
 D. $(d_2 - d_1)/4$.
 E. $2(d_2 - d_1)$.

■ **13.** Przy brzegu poziomego stołu ułożono 5 jednakowych klocków w różnych konfiguracjach. Które wieże z klocków nie spadną ze stołu?



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

■ **14.** W którym przypadku pasażerowie jadący autobusem odczuwają pewne dodatkowe siły wciskające ich do tyłu, w oparcia foteli, gdy siedzą oni przodem do kierunku jazdy? (1) autobus gwałtownie rusza z przystanku, (2) autobus gwałtownie hamuje przed przejściem dla pieszych, (3) autobus porusza się ruchem jednostajnym po okręgu.

- A. Tylko w (1).
 B. Tylko w (2).
 C. Tylko w (3).
 D. Tylko w (1) i (2).
 E. Tylko w (2) i (3).

■ **15.** Zgodnie z mechaniką kwantową wartość pędu fotonów można zapisać w postaci: $p = h/\lambda$, gdzie λ jest długością fali wyrażoną w metrach, a h – pewną stałą, zwaną stałą Plancka. Z kolei w mechanice klasycznej pęd wyraża się wzorem $p = mv$, gdzie m to masa ciała, a v – jego prędkość. Na podstawie analizy tych dwóch wzorów można stwierdzić, że jednostką stałej Plancka w układzie jednostek SI jest

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

■ **16.** Dwaj bracia huśtają się na huśtawce dwustronnej. Starszy brat, który jest dwa razy cięższy od młodszego, chce usiąść w odległości 1 m od osi obrotu huśtawki. Młodszy brat musi zatem usiąść w miejscu oddalonym od starszego o

- A. 0,5 m,
 B. 1,25 m,
 C. 1,5 m,
 D. 2 m,
 E. 3 m.

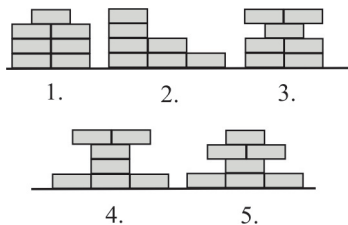


■ **17.** Prędkość dźwięku w helu jest ok. 3 razy większa od prędkości dźwięku w powietrzu. Muzyk wygrywający pewien dźwięk na instrumencie strunowym własnej konstrukcji (bez pudła rezonansowego) w zwykłym pokoju, chciałby osiągnąć tę samą częstotliwość dźwięku w pomieszcze-

niu wypełnionym helem (zupełnie nie wiemy, dlaczego miałyby to robić i skąd wzięłyby tyle helu). Co musiałyby zrobić, aby spełnić swoją zachciankę?

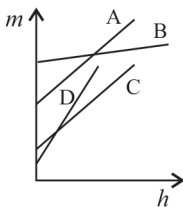
- A. Wydłużyć strunę 3-krotnie.
- B. Wydłużyć strunę $\sqrt{3}$ -krotnie.
- C. Skrócić strunę 3-krotnie.
- D. Skrócić strunę $\sqrt{3}$ -krotnie.
- E. Mógłby grać bez żadnych modyfikacji instrumentu, gdyż częstotliwość dźwięku nie zależy od rodzaju otaczającego gazu.

■ 18. Z siedmiu klocków, każdy o grubości h , leżących początkowo płasko na stole ułożono pięć wież. W których przypadkach praca wykonana przy ich konstrukcji była jednakowa?



- A. We wszystkich.
- B. 1, 3, 4, 5.
- C. 1, 3.
- D. 1, 4.
- E. 4, 5.

■ 19. Do czterech naczyń cylindrycznych o tym samym polu podstawy, ale wykonanych z różnych materiałów wlewano cztery cieczy o różnych gęstościach. Zależność masy cylindrów z cieczami od wysokości ich słupów pokazano na wykresie. Która ciecz ma największą gęstość?



- E. Nie można tego rozstrzygnąć, gdyż nie jest znana masa poszczególnych pustych naczyń.

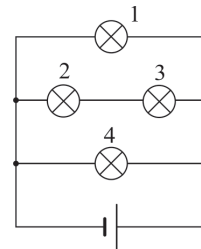
■ 20. Opór elektryczny R przewodnika można obliczyć znając jego długość l , pole przekroju poprzecznego S oraz opór właściwy ρ materiału, z którego jest wykonany, na podstawie wzoru: $R = \rho l/S$. W jaki sposób zmieni się opór tego przewodnika, jeśli bez zmiany masy wydłużymy go dwukrotnie?

- A. Zmaleje czterokrotnie.
- B. Zmaleje dwukrotnie.
- C. Pozostanie bez zmian.
- D. Wzrośnie dwukrotnie.
- E. Wzrośnie czterokrotnie.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

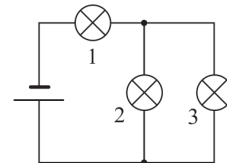
■ 21. Wszystkie żarówki na rysunku są identyczne, a opór przewodów jest pomijalnie mały. Która żarówka świeci najjaśniej (lub które świecą jednakowo jasno i jaśniej od pozostałych)?

- A. Żarówka 1, bo znajduje się najdalej od źródła prądu.
- B. Żarówka 4, bo jest najbliżej źródła prądu.
- C. Żarówki 1 i 4.
- D. Żarówki 2 i 3.
- E. Wszystkie żarówki świecą jednakowo jasno, gdyż podłączone są do tego samego źródła prądu.

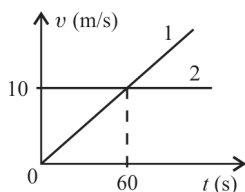


■ 22. Do zbudowania obwodu elektrycznego wykorzystano trzy jednakowe żarówki oraz źródło prądu. Po przyłączeniu pojedynczej żarówki do tego źródła, żarówka świeci jasno i się nie przepala. Po połączeniu trzech żarówek (z których jedna już była przepalona) i źródła wg schematu pokazanego na rysunku żadna z żarówek nie świeci. Która żarówka była przepalona?

- A. Na pewno 1.
- B. Na pewno 2.
- C. 2 lub 3.
- D. Którąkolwiek.
- E. Którąkolwiek, jednak dwie pozostałe zawsze świecą, ponieważ są podłączone do baterii.



■ 23. Wykres przedstawia zależność szybkości od czasu dla dwóch pojazdów znajdujących się równocześnie na linii startu w chwili włączenia stopera i poruszających się po równoległych torach prostoliniowych w tę samą stronę.



Po jakim czasie od chwili startu pojazd 1 ponownie zrówna się z pojazdem 2 (dogoni go)?

- A. Po 1 min.
- B. Po 1,5 min.
- C. Po 2 min.
- D. Po 3 min.
- E. Nigdy go nie dogoni.

■ 24. Trzy bryły: kulę o promieniu r , walec o promieniu r i wysokości r oraz sześcian o krawędzi r wykonane z jednego rodzaju materiału o gęstości d , większej od gęstości wody, zanurzono całkowicie w wodzie. Na którą z nich działa największa siła wyporu?

- A. Na kulę.
- B. Na walec.
- C. Na sześcian.
- D. Na wszystkie działa taka sama siła wyporu.
- E. Zadania nie można rozwiązać, ponieważ brak informacji o długości r .

■ 25. Które z wymienionych grup gwiazd (Wielki Wóz, Pas Oriona, Gwiazda Polarna, Krzyż Południa, Kasjopeja) są widoczne w Polsce przy bezchmurnym niebie w ciągu roku - zawsze (Z), okresowo (O), nigdy (N)?

- A. Z: Wielki Wóz, Pas Oriona, Gwiazda Polarna, O: Kasjopeja, N: Krzyż Południa.
- B. Z: Gwiazda Polarna, O: Wielki Wóz, N: Pas Oriona, Krzyż Południa, Kasjopeja.
- C. Z: Wielki Wóz, Gwiazda Polarna, O: Pas Oriona, Krzyż Południa, N: Kasjopeja.
- D. Z: Wielki Wóz, Kasjopeja, Gwiazda Polarna, O: Pas Oriona, N: Krzyż Południa.
- E. Z: Wielki Wóz, Kasjopeja, Gwiazda Polarna, O: Pas Oriona, Krzyż Południa, N: żadna z nich.

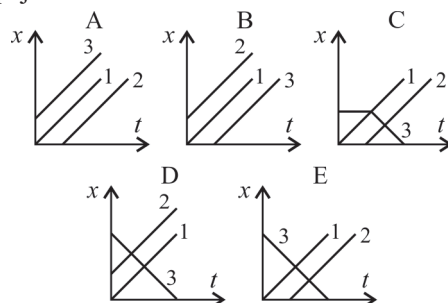
■ 26. W dawnych czasach używano różnych niemetrycznych miar długości. Na przykład 16 werszków było równych 1 arszynowi, który z kolei stanowił $\frac{1}{3}$ sążnia. Natomiast 500 sążni było równe 1 wiorście, którą w jednostkach SI można zapisać jako 1066,8 m. Jeździec, galopując na koniu przez cztery miejscowości z tą samą szybkością pokonał drogę 3 wiorst w Gajówce, 1600 sążni w Leśnej, 4600 arszynów w Polanie i 70000 werszków jadąc przez Sońnicę. W której miejscowości przebywał najdłużej?

- A. W Gajówce.
- B. W Leśnej.
- C. W Polanie.
- D. W Sońnicy.
- E. We wszystkich przebywał mniej więcej tyle samo czasu z dokładnością do 1 s.

■ 27. Dwa pociągi, każdy o długości 100 m mijają się jadąc naprzeciwko siebie, każdy z szybkością 10 m/s względem torów. W chwili, gdy spotykają się czoła obu pociągów, samochód jadący z szybkością 12 m/s rozpoczyna wyprzedzanie jednego z pociągów. Jak długo samochód będzie wyprzedzał jeszcze ten pociąg, licząc od chwili, gdy miną się końce obu pociągów?

- A. $8\frac{1}{3}$ s.
- B. 30 s.
- C. 40 s.
- D. 45 s.
- E. Samochód wyminie pociąg zanim wyminą się końce obu pociągów.

■ 28. Dwa pojazdy (1) i (2) startują z tego samego miejsca P, (1) wcześniej niż (2). W chwili startu pojazdu (1) z miejscowości odległej o kilka kilometrów od miejsca P rusza pojazd (3), a następnie podąża do miejsca P. Wszystkie samochody poruszają się ze stałymi prędkościami po liniach prostych. Który wykres poprawnie przedstawia zależność położenia wszystkich tych trzech pojazdów od czasu?



■ **29.** Trzej rowerzyści jednocześnie wyruszyli z linii startu rajdu rowerowego. Rowerzysta 1 przejechał całą wyznaczoną trasę ze stałą szybkością 5 m/s, rowerzysta 2 – z szybkością 12 m/s, ale w połowie dystansu odpoczywał przez 30 min. Rowerzysta 3 rozpędzając się jednostajnie przez 30 min do prędkości końcowej 36 km/h, dojechał do półmetka, a następnie utrzymując stałą szybkość pokonał resztę wyznaczonej trasy. Który z rowerzystów najszybciej (N) dojechał do mety, a który był ostatni (O)?

- A. (N) – 1, (O) – 2.
- B. (N) – 2, (O) – 1.
- C. (N) – 2, (O) – 3.
- D. (N) – 3, (O) – 1.
- E. (N) – 3, (O) – 2.

■ **30.** Ciepło topnienia lodu wynosi 332 kJ/kg, ciepło właściwe wody 4190 J/(kg·K), a ciepło skraplania pary wodnej 2,270 MJ/kg. Najwięcej ciepła trzeba dostarczyć, aby

- A. doprowadzić 10 kg wody o temperaturze 0 °C do całkowitego zamarznięcia,
- B. w całości skroplić 2 kg pary wodnej o temperaturze 100 °C,
- C. doprowadzić 1 kg wody o temperaturze 100 °C do całkowitego wyparowania,
- D. doprowadzić do całkowitego stopnienia 1 kg lodu o temperaturze 0 °C, a następnie ogrzać powstałą w ten sposób wodę do 10 °C,
- E. ogrzać 0,5 kg wody od temperatury 0 °C do temperatury 100 °C, a następnie w całości zamienić ją na parę wodną.

Klasy 3 gimnazjum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. W pewnym lusterku obraz przedmiotu położonego blisko niego jest prosty, a przedmiotu położonego daleko – odwrócony. Jest to zatem zwierciadło

- A. płaskie,
- B. wklęsłe,
- C. wypukłe.

D. Aby to rozstrzygnąć potrzebna jest informacja o powiększeniu obrazu.

E. Aby to rozstrzygnąć potrzebna jest informacja, przy jakiej odległości przedmiotu od zwierciadła obraz zmienia się z prostego na odwrócony.

■ 2. 25 dm^2 to w przeliczeniu

- A. $0,0025 \text{ mm}^2$,
- B. $0,25 \text{ mm}^2$,
- C. 250 mm^2 ,
- D. 2500 mm^2 ,
- E. $250\,000 \text{ mm}^2$.

■ 3. Termowizja pozwala widzieć w ciemności ciała o temperaturze wyższej od otoczenia. Kamery termowizyjne zawierają czujniki odbierające

- A. promieniowanie X,
- B. nadfiolet,
- C. podczerwień,
- D. mikrofałe,
- E. fale radiowe.

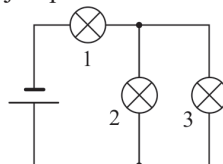
■ 4. Ile spośród grup gwiazd: Gwiazda Polarna, Krzyż Południa, Kasjopeja, Pas Orio-na, Wielki Wóz, jest widocznych w Polsce w nocy przy bezchmurnym niebie przez cały rok?

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

■ 5. Podczas wrzenia wody w całej objętości cieczy uwalniają się bąbelki zawierające głównie

- A. tlen, B. wodór,
- C. powietrze, D. parę wodną,
- E. wodę o znacznie mniejszej gęstości, niż woda naokoło bąbli.

■ 6. W obwodzie elektrycznym na rysunku jedna żarówka się przepaliła. Które z poniższych zdań jest prawdziwe?



A. Po przepaleniu dowolnej żarówki w tym obwodzie jasność świecenia pozostałych wzrasta, bo w obwodzie jest mniej oporników.

B. Po przepaleniu dowolnej żarówki w tym obwodzie jasność świecenia pozostałych się nie zmienia, ponieważ układ jest podłączony cały czas do tego samego źródła.

C. Po przepaleniu dowolnej żarówki w tym obwodzie jasność świecenia pozostałych maleje, ale nie spada całkiem do zera.

D. Po przepaleniu dowolnej żarówki w tym obwodzie pozostałe żarówki gasną.

E. Żadne z powyższych zdań nie jest prawdziwe.

■ 7. Dodatkowo naelektryzowaną pałeczkę zbliżono do uziemionej metalowej kuli, nie dotykając jej. Następnie usunięto uziemienie, po czym odsunięto pałeczkę. W jaki sposób została naelektryzowana metalowa kula?

A. Na początku – dodatnio, ale po odsunięciu pałeczki kula z powrotem stała się elektrycznie obojętna.

B. Na początku – ujemnie, ale po odsunięciu pałeczki kula z powrotem stała się elektrycznie obojętna.

C. Trwale, dodatnio.

D. Trwale, ujemnie.

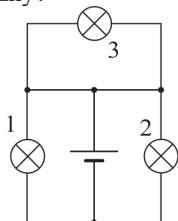
E. Kula nie została w ogóle naelektryzowana, bo pałeczka jej nie dotykała.

■ 8. W lutym 2017 roku podano, że NASA dokonała ważnego odkrycia w przestrzeni kosmicznej. Czego ono dotyczyło?

A. Zarejestrowano fale grawitacyjne wytworzone przez dwie zderzające się czarne dziury.

- B. Odkryto pierwszą planetę poza Układem Słonecznym.
- C. Odkryto dodatkową planetę o rozmiarach Ziemi w Układzie Słonecznym.
- D. Odkryto układ kilku planet o rozmiarach zbliżonych do rozmiarów Ziemi.
- E. Odebrano sygnał od innych istot żywych w Kosmosie.

■ 9. Wszystkie żarówki są jednakowe, a opór przewodów połączeniowych jest pomijalnie mały. Przez które żarówki płynie prąd elektryczny?



- A. Tylko przez 1.
- B. Tylko przez 3.
- C. Przez wszystkie, a natężenia tych prądów są jednakowe.
- D. Tylko przez 1 i 2, a natężenia tych prądów są jednakowe.
- E. Przez wszystkie, ale natężenie prądu płynącego przez 3 jest inne niż natężenie prądu płynącego przez 1 i 2.

■ 10. Jednostka oporu elektrycznego została prawidłowo zapisana w podstawowych jednostkach SI jako

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

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

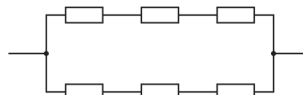
■ 11. Winda rusza z parteru i (1) jednostajnie przyspiesza do chwili osiągnięcia pierwszego piętra, (2) pomiędzy pierwszym a ósmym piętrzem porusza się ruchem jednostajnym, (3) pomiędzy ósmym a dziewiątym piętrzem porusza się ruchem jednostajnie opóźnionym aż do zatrzymania.

Pasażer stojący w windzie odczuwa (W) – wciskanie w podłogę, (O) – odrywanie od podłogi, (N) – nic szczególnego w porównaniu z sytuacją, gdy winda stoi, w następującej konfiguracji

- A. 1 – W, 2 – N, 3 – O,
- B. 1 – O, 2 – N, 3 – W,
- C. 1 – O, 2 – N, 3 – O,
- D. 1 – W, 2 – N, 3 – W,
- E. 1 – W, 2 – W, 3 – W.

■ 12. Ile wynosi opór zastępczy układu jednakowych oporników przedstawionych na rysunku, jeśli każdy z nich ma opór R ?

- A. $R/6$.
- B. $2R/3$.
- C. $3R/2$.
- D. $3R$.
- E. $6R$.

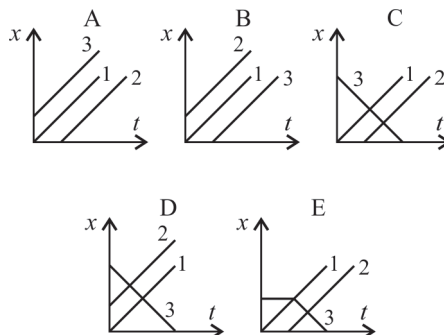


■ 13. Z dużej jednorodnej kuli o promieniu R wydrążono małą kulę o promieniu $R/2$, jak pokazano na rysunku. Ile wynosi stosunek masy materiału usuniętego do masy kuli po jej wydrążeniu? Przyjmij, że miejsce wydrążenia wypełnia powietrze o pomijalnie małej gęstości.

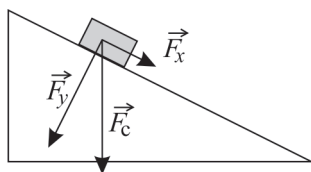
- A. $1/3$.
- B. $1/4$.
- C. $1/7$.
- D. $1/8$.
- E. $1/15$.



■ 14. Dwa pojazdy (1) i (2) startują z tego samego miejsca P, (1) wcześniej niż (2). W chwili startu pojazdu (2), z miejscowości odległej o kilka kilometrów od miejsca P wyjeżdża pojazd (3), a następnie podąża do punktu P. Wszystkie pojazdy poruszają się ze stałymi prędkościami, po liniach prostych. Który wykres poprawnie przedstawia zależność ich położenia od czasu?



■ 15. Klocek spoczywa na równi pochyłej. Na rysunku pokazano tylko jedną z sił na niego działających, tj. siłę ciężkości, \vec{F}_c . Siłę tę można zamienić (rozłożyć) na dwie składowe, \vec{F}_x i \vec{F}_y (również zaznaczone na rysunku).



Wartość siły tarcia statycznego działająca na klocek w sytuacji pokazanej na rysunku jest równa

- A. 0, B. F_x ,
 C. F_y , D. F_c ,
 E. wartości mniejszej od którejkolwiek z pozostałych wymienionych, ale jest większa od zera.

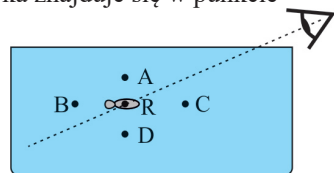
■ 16. W sześciennym pudełku o krawędzi $3a$, leżącym na płaskim stole ułożono warstwę dziewięciu stalowych kulek, każda o średnicy a i masie m . Następnie dodano warstwę czterech identycznych kulek tak, aby wszystkie kulki razem były jak najciaśniej upakowane. Wypadkowa siła nacisku kul warstwy górnej na środkową kulkę w warstwie dolnej ma wartość (g – wartość przyspieszenia ziemskiego)

- A. $\frac{4}{9}mg$, B. mg ,
 C. $2mg$, D. $4mg$.
 E. Żadna z powyższych odpowiedzi.

■ 17. Gdy przeglądasz się w lustrze płaskim i machasz prawą ręką, to wydaje ci się, jakby twoje odbicie w lustrze machało lewą ręką. Gdy robisz to samo stojąc przed sferycznym lustrem wklęsłym, to

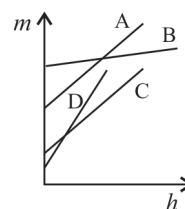
- A. odbicie macha do ciebie zawsze prawą ręką,
 B. odbicie macha do ciebie zawsze lewą ręką,
 C. odbicie macha do ciebie prawą ręką, gdy obraz jest prosty, a lewą, gdy jest odwrócony,
 D. odbicie macha do ciebie lewą ręką, gdy obraz jest prosty, a prawą, gdy jest odwrócony.
 E. Żadne z powyższych.

■ 18. Osobie patrzącej na rybkę przepływającą w akwarium przez punkt R, wydaje się, że rybka znajduje się w punkcie



E. innym niż którykolwiek z punktów zaznaczonych na rysunku.

■ 19. Do czterech naczyń cylindrycznych o tej samej wysokości, ale o różnych polach podstaw i wykonanych z różnych materiałów wlewano jedną ciecz o ustalonej gęstości. Zależność masy cylindrów z cieczą od wysokości jej słupa pokazano na wykresie. Który cylinder ma najmniejszy promień podstawy?



E. Nie można tego rozstrzygnąć, gdyż nie jest znana masa poszczególnych pustych naczyń.

■ 20. Dwa magnesy sztabkowe ustawiono w jednej osi naprzeciwko siebie, różnoimiennymi biegunami skierowanymi ku sobie. Następnie pomiędzy te dwa magnesy włożono niezupełnie symetrycznie żelazny klocek o długości mniejszej niż odległość między magnesami.



W wyniku tego siła działająca

- A. na każdy magnes sztabkowy nie ulegnie zmianie, bo sztabka nie jest magnesem,
 B. na magnes znajdujący się bliżej sztabki – wzrośnie, a na magnes znajdujący się dalej od sztabki – zmaleje,
 C. na magnes znajdujący się bliżej sztabki – zmaleje, a na magnes znajdujący się dalej od sztabki – wzrośnie,
 D. na każdy magnes sztabkowy – zmaleje,
 E. na każdy magnes sztabkowy – wzrośnie.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ **21.** Gęstość łożu jest równa 11340 kg/m^3 , wody 1000 kg/m^3 , a powietrza 1 kg/m^3 . Które z podanych poniżej ciśnień jest największe?

A. Normalne ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza.

B. Ciśnienie wywierane na nurka w wodzie na głębokości 10 m.

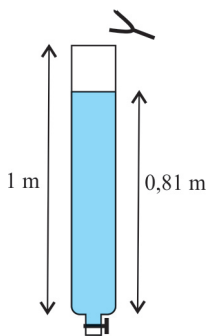
C. Ciśnienie wywierane na podłoże przez łożuiany blok sześcienny o krawędzi 1 m.

D. Ciśnienie wywierane przez pinezkę o polu przekroju ostrza $0,1 \text{ mm}^2$ wciskaną w deskę z siłą 10 N.

E. Ciśnienie strumienia wody podtrzymującej bryłę o masie 1 t na platformie o polu równym polu przekroju rury z wodą wynoszącym 1 m^2 .

■ **22.** Z pionowej rurki szklanej o wysokości 1 m całkowicie wypełnionej wodą można odprowadzać powoli ciecz odpływem znajdującym się w jej dnie. W pobliżu wylotu rurki umieszczono drgający przedmiot, nie dotykający samej rurki i usłyszano wzmocnienie dźwięku po raz pierwszy w chwili, gdy poziom wody spadł do wysokości 81 cm. Prędkości dźwięku w szkłe, wodzie i powietrzu wynoszą odpowiednio:

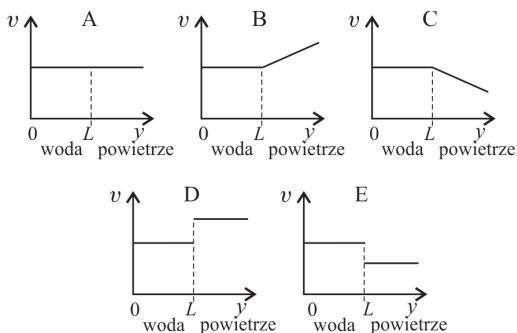
$v_s = 6000 \text{ m/s}$, $v_w = 1500 \text{ m/s}$, $v_p = 340 \text{ m/s}$.



Częstotliwość drgającego przedmiotu jest równa około

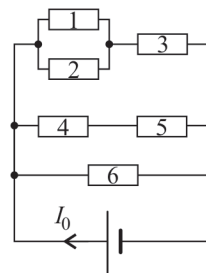
- A. 447 Hz,
- B. 895 Hz,
- C. 926 Hz,
- D. 1852 Hz,
- E. 7895 Hz.

■ **23.** Z dna akwarium o głębokości L , całkowicie wypełnionego wodą, wychodzi pionowo do góry promień światła. Który z wykresów przedstawia zależność wartości prędkości światła od odległości od dna akwarium?

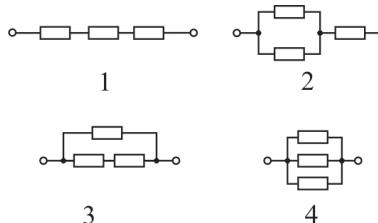


■ **24.** Wszystkie oporniki są jednakowe. Przez który z nich płynie prąd o natężeniu niższym niż $I_0/4$?

- A. Przez żaden z nich.
- B. Przez 1 i 2.
- C. Przez 1, 2, 4, 5.
- D. Przez 1, 2, 3, 4, 5.
- E. Przez wszystkie.



■ **25.** Do którego z układu oporników podłączono najmniejsze napięcie, skoro natężenie całkowitego prądu przepływającego przez każdy z układów ma tę samą wartość?



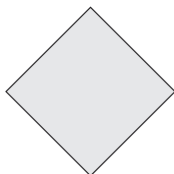
- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 2 i 3.
- E. 4.

■ 26. Trzej rowerzyści jednocześnie wyruszyli z linii startu rajdu rowerowego. Rowerzysta 1 przejechał całą wyznaczoną trasę ze stałą szybkością 5 m/s, rowerzysta 2 – z szybkością 12 m/s. Rowerzysta 3 rozpędzając się jednostajnie przez 30 minut do prędkości końcowej 36 km/h, dojechał do półmetka, a następnie utrzymując stałą szybkość pokonał resztę wyznaczonej trasy. Z jakim opóźnieniem w stosunku do pierwszego rowerzysty musieliby wyjechać dwaj pozostali, aby wszyscy dotarli na metę w tym samym czasie?

- A. $t_2 = 15$ min, $t_3 = 35$ min.
 B. $t_2 = 20$ min, $t_3 = 30$ min.
 C. $t_2 = 35$ min, $t_3 = 15$ min.
 D. $t_2 = 140$ min, $t_3 = 150$ min.
 E. $t_2 = 150$ min, $t_3 = 140$ min.

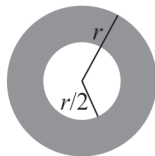
■ 27. Chłopiec, którego oczy znajdują się na wysokości 1,50 m od stóp, stoi u podnóża słupa o wysokości 3,5 m, plecami do niego i patrzy na obraz tego słupa widoczny w kwadratowym lustrze ustawionym pionowo jak na rysunku. Dolny koniec lustra dotyka podłoża. Minimalna długość boku lustra, w którym chłopiec zobaczy i podstawę słupa, i jego wierzchołek, jest równa około

- A. 142 cm.
 B. 150 cm.
 C. 177 cm.
 D. 212 cm.
 E. 248 cm.



■ 28. Jednorodna kula pływa zanurzona w cieczy do połowy. Kulę wydrążono w samym środku, jak pokazano na rysunku i z powrotem umieszczono w tej samej cieczy. Wydrążenie wypełnia powietrze, którego masę możemy pominąć. Jaka część całkowitej objętości kuli znajduje się poniżej poziomu cieczy?

- A. 15/32.
 B. 7/16.
 C. 3/8.
 D. 1/4.
 E. 1/8.



■ 29. Ciało spada na ziemię z dużej wysokości w obecności oporów powietrza. Można założyć, że wartość siły oporu powietrza podczas tego ruchu jest proporcjonalna do wartości v prędkości ciała, $F_{op} = bv$. Ruch tego ciała jest

- A. najpierw jednostajnie opóźniony, a następnie w przybliżeniu jednostajny,
 B. najpierw niejednostajnie opóźniony, a następnie w przybliżeniu jednostajny,
 C. najpierw jednostajnie przyspieszony, a następnie w przybliżeniu jednostajny,
 D. najpierw niejednostajnie przyspieszony, a następnie w przybliżeniu jednostajny,
 E. najpierw niejednostajnie przyspieszony, a następnie niejednostajnie opóźniony.

■ 30. Wiązka promieni równoległych pada na układ dwóch stykających się ze sobą bardzo cienkich soczewek skupiających o jednakowych ogniskowych f . Jaką inną cienką soczewkę i o jakiej ogniskowej f_2 należy zetknąć z tym układem, aby wiązka promieni wychodzących była również równoległa?

- A. Rozpraszającą, $f_2 = -f/2$.
 B. Skupiającą, $f_2 = f/2$.
 C. Rozpraszającą, $f_2 = -f$.
 D. Rozpraszającą, $f_2 = -2f$.
 E. Skupiającą, $f_2 = 2f$.

Klasy I liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Mama-Lwica waży 180 kg. Aby zmniejszyć swój ciężar, w odpowiednim statku krąży bez napędu, po orbicie wokółziemskiej, na wysokości nad powierzchnią Ziemi równej jej promieniowi. Gdy na wadze sprężynowej waży się w tym pojeździe, waga wskazuje

- A. 0 kg,
- B. 45 kg,
- C. 90 kg.
- D. Wynik zależy od kierunku ustawienia wagi.
- E. Nie da się krążyć po orbicie bez napędu.

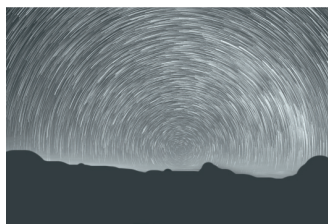
■ 2. Z dużej chmury spadł mały deszcz. W cylindrycznym naczyniu (najprostszym deszczomierzu) poziom wody wzrósł zaledwie o 1 mm, chociaż krople były spore – średnia objętość jednej kropli wynosiła 1 mm^3 . Ile krolep spadło średnio na 1 m^2 ?

- A. 1.
- B. 1000.
- C. 1 000 000.
- D. Do obliczenia trzeba znać powierzchnię dna deszczomierza.
- E. Nie da się określić, gdyż woda w kroleplach ma inną gęstość niż w deszczomierzu.

■ 3. Upuszczono równocześnie 3 kamyki: jeden z wysokości 10 m, drugi – 20 m, trzeci – 30 m. Opór powietrza można pominąć. Czasy, po jakich kamyki spadną na ziemię, są w proporcji

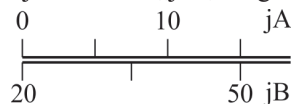
- A. 1:2:3,
- B. $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$,
- C. 1:4:9.
- D. Proporcja zależy od mas kamyków.
- E. Do określenia proporcji potrzebna jest jeszcze wartość przyspieszenia ziemskiego.

■ 4. Zdjęcie fragmentu nieba wykonano nawiświatlając kliszę (lub matrycę) przez pewien czas. Zdjęcie zostało wykonane



- A. na jednej z wysp w pobliżu bieguna północnego,
- B. na obrzeżach Antarktydy,
- C. w pobliżu równika po stronie północnej,
- D. w pobliżu równika po jego stronie południowej,
- E. na Islandii.

■ 5. Przyrząd pomiarowy służący do pomiaru pewnej wielkości fizycznej jest wyposażony w dwie (liniowe) skale: jedna wyskalowana w jednostkach „jA”, druga w „jB”.



Na podstawie pokazanego fragmentu skal można wnioskować, że jeśli na skali A odczytano x_A , to na skali B odczytamy x_B dane wzorem

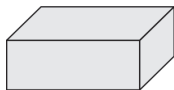
- A. $x_B = x_A + 20$,
- B. $x_B = x_A - 20$,
- C. $x_B = 0,5 \cdot x_A - 20$,
- D. $x_B = 2 \cdot x_A + 20$,
- E. Żadnym z powyższych.

■ 6. Jednostka oporu elektrycznego została prawidłowo zapisana w podstawowych jednostkach SI jako

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

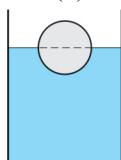
■ 7. Pan Leon zużywa dziennie zawsze tę samą ilość mydła (rys.), przy czym całą kostkę „wymydlą” w ciągu 16 dni. Jeśli proporcje boków są zachowane, to po ilu dniach wszystkie wymiary mydła maleją do połowy?

- A. 4. B. 8.
C. 10. D. 12.
E. 14.



■ 8. W szklance z wodą pływa drewniana kulka zanurzona do połowy. Jak zachowa się kulka (\uparrow – wynurzy się bardziej, \downarrow – zanurzy się, \leftrightarrow – nie zmieni położenia), gdy szklanka będzie poruszała się w pionie ze stałym przyspieszeniem o wartości mniejszej od wartości przyspieszenia ziemskiego, zwróconym: do góry (1), w dół (2)?

- A. 1 \uparrow , 2 \uparrow .
B. 1 \leftrightarrow , 2 \leftrightarrow .
C. 1 \downarrow , 2 \downarrow .
D. 1 \uparrow , 2 \downarrow .
E. 1 \downarrow , 2 \uparrow .



■ 9. Żelazny, sztywny pojemnik na gaz opróżniono i stwierdzono, że nie tonie on w wodzie. Do pojemnika pompujemy gaz. Zatonie on, jeśli wpompujemy odpowiednio dużo gazu (zakładamy, że nie pęknie), ale tylko wtedy, gdy masa atomowa lub cząsteczkowa tego gazu jest

- A. mniejsza od masy cząsteczkowej wody (np. wodór lub hel),
B. większa od masy cząsteczkowej wody (np. tlen lub azot),
C. większa od masy atomowej żelaza (np. ksenon lub radon).
D. Masa atomowa (cząsteczkowa) gazu nie ma znaczenia.
E. Nie można tym sposobem doprowadzić do zatonięcia pojemnika bez względu na właściwości gazu.

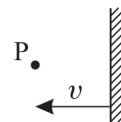
■ 10. Pewna bryłka początkowo składa się z N_0 jąder izotopu promieniotwórczego talu ^{207}Tl , który w wyniku rozpadu β przekształca się w trwały izotop ołowiu. Ile jąder atomowych będzie zawierała ta bryłka po trzech czasach połowicznego rozpadu?

- A. N_0 . B. $N_0/3$. C. $N_0/4$.
D. $N_0/8$. E. $N_0/9$.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Lwiątko obserwuje w lustrze obraz świecącego punktu P. Lustro porusza się względem Lwiątko z prędkością v (rys.). Z jaką prędkością i w którym kierunku względem Lwiątko musi poruszać się punkt P, aby jego obraz pozostał nieruchomy?

- A. $2v$, w prawo.
B. v , w prawo.
C. $2v$, w lewo.
D. v , w lewo.
E. 0.



■ 12. Na Księżycu, ukośnie w górę wystrzelono z działa pocisk. Pocisk spadł za horyzontem. Tor pocisku był fragmentem

- A. prostej,
B. elipsy,
C. paraboli,
D. hiperboli.
E. Na Księżycu nie da się wystrzelić z działa, bo nie ma tam powietrza.

■ 13. Z wysokiej wieży, przy upalnej, bezwietrznej pogodzie, upuszczono kamień. Kamień spadł na ziemię w punkcie leżącym

- A. dokładnie pod miejscem upuszczenia,
B. na wschód od niego,
C. na zachód od niego,
D. na północ od niego.
E. To zależy, czy wieża była na półkuli północnej, południowej, czy na równiku.

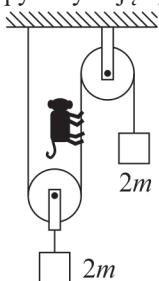
■ 14. Spirala grzejna, gdy pracuje pod napięciem sieci, ma moc 400 W. Opór spirali praktycznie nie zależy od jej temperatury. Gdy dwie takie spirale połączymy szeregowo i zestaw podłączymy do tego samego napięcia, w każdej spirali wydzieli się w ciągu sekundy energia

- A. 100 J,
B. 200 J,
C. 400 J,
D. 800 J.
E. Nie da się określić, gdyż podano moc spirali, a nie jej energię.

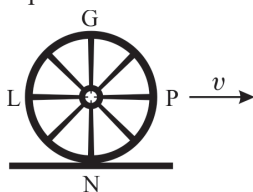
■ 15. Układ przedstawiony na rysunku jest w równowadze. Masa linek i bloczków jest pomijalnie mała. Masa małpy trzymającej się liny jest równa

- A. $m/4$,
- B. $m/2$,
- C. m ,
- D. $2m$.

E. Niezależnie od masy małpy układ ten nie może być w równowadze.

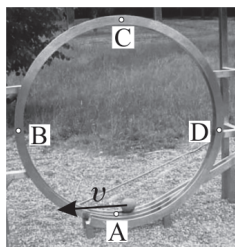


■ 16. Sfotografowano z boku pędzący dylizans, którego koła miały po osiem szprych. Tło wyszło ostre, ale ze względu na swą prędkość, dylizans wyszedł rozmyty. Wskaż zdanie, które najlepiej opisuje rozmycie szprych na zdjęciu, na którym dylizans poruszał się w prawo.



- A. Szprychy G, P, L, N były jednakowo rozmyte.
- B. Szprychy G i N były najbardziej rozmyte, zaś L i P najmniej rozmyte.
- C. Szprychy G i N były najmniej rozmyte, zaś L i P najbardziej rozmyte.
- D. Szprycha N była najbardziej rozmyta, a kolejne, im od niej dalsze, były coraz mniej rozmyte.
- E. Szprycha N była najmniej rozmyta, a kolejne, im od niej dalsze, były coraz bardziej rozmyte.

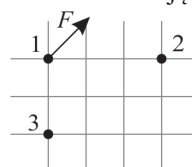
■ 17. W krakowskim Ogrodzie Doświadczeń im. Stanisława Lema można wypróbować instalację do wpuszczania piłeczki w tzw. pętlę śmierci.



Piłeczka nadlatuje w kierunku punktu A, najniższego w pętli, z prędkością v . Jeśli pominiemy rozpraszanie energii mechanicznej piłeczki, to ewentualne jej oderwanie od pętli może nastąpić

- A. już na łuku AB,
- B. tylko na łuku BC,
- C. dopiero na łuku CD,
- D. na całym łuku BD,
- E. na łuku BC jeśli $v < v_{gr}$ bądź na łuku CD, jeśli $v > v_{gr}$ (v_{gr} to prędkość graniczna, dana wzorem $v_{gr}^2 = R \cdot g$, gdzie R to promień pętli, g – wartość przyspieszenia ziemskiego).

■ 18. Na rysunku przedstawiono trzy punktowe ładunki elektryczne oraz wypadkową siłę, którą ładunki 2 i 3 działają na ładunek 1.



Jaki znak mają ładunki 1 i 2, jeśli ładunek 3 jest dodatni?

- A. 1 +, 2+.
- B. 1 -, 2 -.
- C. 1 +, 2 -.
- D. 1 -, 2 +.
- E. Zbyt mało informacji, aby odpowiedzieć na to pytanie.

■ 19. W widmie światła słonecznego obserwowanym z wysoką zdolnością spektralną można zauważyć ciemne linie na tle widma ciągłego (tzw. linie Fraunhofera). Ich powstawanie jest wynikiem

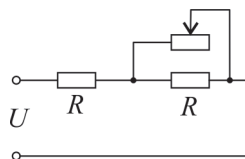
- A. promieniowania,
- B. absorpcji światła,
- C. rozproszenia światła,
- D. polaryzacji światła,
- E. załamania światła.

■ 20. Wykonano dwie wydrążone kule: jedną z miedzi, a drugą z aluminium. Obie kule mają taką samą masę i taki sam promień zewnętrzny. Kule zostały pomalowane taką samą farbą. Aby je odróżnić wystarczy mieć

- A. menzurkę z wodą i siłomierz,
- B. wyskalowaną menzurkę z wodą,
- C. siłomierz,
- D. równię pochyłą i stoper,
- E. elektroskop.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ 21. Obwód (schemat na rys.) zawiera dwa jednakowe oporniki o oporze R oraz potencjometr, którego opór można regulować w zakresie od 0 do R .



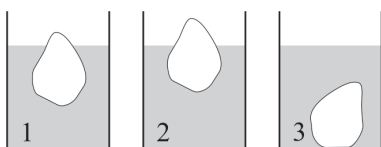
Natężenie prądu płynącego w tym obwodzie można zmieniać w zakresie

- A. od 0 do $U/(2R)$,
- B. od U/R do $2U/R$,
- C. od $2U/(3R)$ do U/R ,
- D. od $U/(2R)$ do $2U/(3R)$.
- E. Natężenie prądu w tym obwodzie nie zależy od ustawionego oporu potencjometru.

■ 22. Podczas rozpadu uranu (okres połowicznego rozpadu 4,5 miliarda lat) powstaje m. in. rad o okresie połowicznego rozpadu 1600 lat. Ilość radu w pewnym złożu uranu oszacowano na 200 kg. Wynika z tego, że 16 000 lat temu było go w tym złożu około

- A. 20 kg,
- B. 200 kg,
- C. 2000 kg,
- D. 20 000 kg,
- E. 204 800 kg.

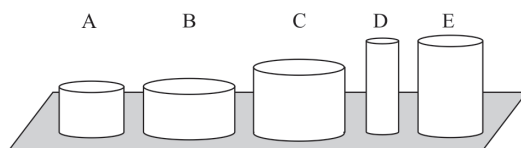
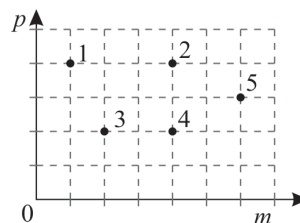
■ 23. Do trzech szklanek z: wodą (1), oraz innymi, niemieszającymi się z wodą cieczami (2 i 3) wrzucono bryłki lodu (rys.).



Jak zmieni się poziom wody w naczyniu 1 i najwyższy poziom cieczy w naczyniach 2 i 3 po stopieniu się lodu? (↑ – podniesie się, ↓ – obniży się, ↔ – nie zmieni się)

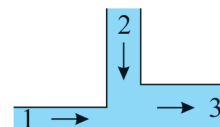
- A. 1 ↑, 2 ↑, 3 ↓.
- B. 1 ↔, 2 ↔, 3 ↔.
- C. 1 ↔, 2 ↓, 3 ↑.
- D. 1 ↑, 2 ↑, 3 ↔.
- E. 1 ↔, 2 ↑, 3 ↓.

■ 24. Pięć walców wykonanych z tego samego materiału umieszczono na poziomym stole. Każdemu z nich odpowiada jeden punkt na wykresie zależności ciśnienia p wywieranego na powierzchnię stołu od masy m bryły. Któremu walcowi odpowiada punkt 4?

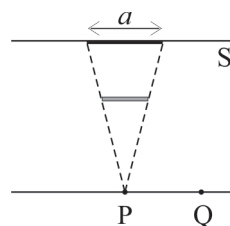


■ 25. Dwie rury o przekrojach kołowych łączą się w jedną rurę, również o przekroju kołowym. Rurami płynie woda w kierunkach zaznaczonych na rysunku, z prędkością 4 cm/s w rurze 1 o średnicy 20 cm i 16 cm/s w rurze 2 o średnicy 30 cm. Prędkość wody w rurze 3 o średnicy 40 cm ma wartość

- A. 10 cm/s,
- B. 14 cm/s,
- C. 20 cm/s,
- D. 30 cm/s,
- E. 44 cm/s.



■ 26. Równoległe do ekranu S ustawiono nieprzezroczystą kwadratową cienką płytkę. Oświetlono ją punktowym źródłem światła umieszczonym w punkcie P, na symetralnej obu przekątnych kwadratu. Na ekranie powstał kwadratowy cień o boku a .



Jeśli źródło światła przesuniemy do punktu

Q, równoległe do ekranu, to cień się przesunie i będzie miał kształt

- A. kwadratu o boku b mniejszym od a ,
- B. kwadratu o boku b równym a ,
- C. kwadratu o boku b większym od a ,
- D. prostokąta, którego bok niewidoczny na schemacie ma długość a , zaś widoczny długość b mniejszą od a ,
- E. prostokąta, którego bok niewidoczny na schemacie ma długość a , zaś widoczny długość b większą od a .

■ 27. Który z wymienionych izotopów nie powstanie z izotopu $^{235}_{92}\text{U}$ w wyniku ciągu rozpadów α i β ?

- A. $^{207}_{82}\text{Pb}$.
- B. $^{211}_{82}\text{Pb}$.
- C. $^{211}_{84}\text{Po}$.
- D. $^{209}_{82}\text{Pb}$.
- E. Żaden z wymienionych.

■ 28. Jaką siłą działa na idealne lustro płaskie padająca na nie prostopadle wiązka lasera o mocy światła 18 W?

- A. $3 \cdot 10^8$ N.
- B. $6 \cdot 10^{-8}$ N.
- C. $1,2 \cdot 10^{-7}$ N.
- D. $2 \cdot 10^{-16}$ N.
- E. $4 \cdot 10^{-16}$ N.

■ 29. Z jaką prędkością należy wystrzelić ciało poziomo z powierzchni kulistej planety o masie M i promieniu R nie posiadającej atmosfery, aby okrężało ją po orbicie eliptycznej, której apogeum znajduje się w odległości $3R$ od środka planety? (G – stała grawitacyjna)

- A. $\sqrt{\frac{GM}{R}}$.
- B. $\sqrt{\frac{4GM}{3R}}$.
- C. $\sqrt{\frac{3GM}{2R}}$.
- D. $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$.
- E. $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$.

■ 30. Cztery Lwiątko urodziły się w środku Afryki na równiku. Gdy nieco podrosły, każde poszło w swoim kierunku: jedno na wschód, drugie na zachód, trzecie na północ, czwarte na południe; każde doszło aż do morza czy oceanu. Widok Słońca w zenicie mógł przytrafić się w każdym miejscu wędrówki

- A. każdemu z Lwiątek,
- B. tylko pierwszemu i drugiemu,
- C. tylko trzeciemu i czwartemu,
- D. pierwszemu i drugiemu, zaś trzeciemu i czwartemu tylko na pewnym odcinku ich wędrówki,
- E. trzeciemu i czwartemu, zaś pierwszemu i drugiemu tylko na pewnym odcinku ich wędrówki.

Klasy II liceum i technikum

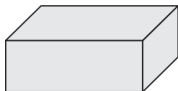
Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. Lwiątko, ważące na Ziemi 40 kg, zważyło się na stacji kosmicznej, na orbicie wokółziemskiej, przebiegającej na wysokości równej promieniowi Ziemi, 1 – na wadze sprężynowej i 2 – na wadze szalkowej. Jakie były wyniki ważenia?

- A. 1 – 0 kg, 2 – nie uzyskano jednoznacznego wyniku.
 B. 1 – 10 kg, 2 – 10 kg.
 C. 1 – 10 kg, 2 – 40 kg.
 D. 1 – 20 kg, 2 – 20 kg.
 E. 1 – 10 kg, 2 – nie uzyskano jednoznacznego wyniku.

■ 2. Pan Leon zużywa dziennie zawsze tę samą ilość mydła (rys.), przy czym całą kostkę „wymydlą” w ciągu 16 dni. Jeśli proporcje boków są zachowane, to po ilu dniach wszystkie wymiary mydła maleją do połowy?

- A. 4. B. 8.
 C. 10. D. 12.
 E. 14.



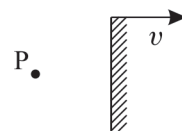
■ 3. W pociągu wyświetlana jest chwilowa prędkość jego jazdy, podawana w kilometrach na godzinę; odczyt odświeżany jest co dwie sekundy. Pasażer zauważył kolejne odczyty: 100, 103, 106, 109, 112 i stwierdził, że przyspieszenie pociągu wynosi

- I. 1,5 kilometra na godzinę na sekundę;
 II. 1,5 kilometra na sekundę na godzinę;
 III. 1,5 kilometra na kwadratową minutę.

- Poprawny jest
 A. tylko wynik I,
 B. tylko wynik II,
 C. tylko wynik III,
 D. każdy z tych wyników.
 E. Tylko dwa spośród powyższych wyników są poprawne.

■ 4. Lwiątko obserwuje w lustrze obraz świecącego punktu P. Lustro porusza się względem Lwiątko z prędkością v (rys.). Z jaką prędkością i w którym kierunku względem Lwiątko musi poruszać się punkt P, aby jego obraz pozostał nieruchomy?

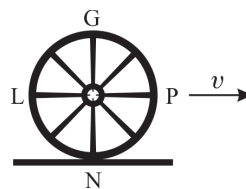
- A. $2v$, w prawo.
 B. v , w prawo.
 C. $2v$, w lewo.
 D. v , w lewo.
 E. 0.



■ 5. Na Księżycu, ukośnie w górę wystrzelono z działa pocisk. Pocisk spadł za horyzontem. Tor pocisku był fragmentem

- A. prostej, B. paraboli,
 C. elipsy, D. hiperboli.
 E. Na Księżycu nie da się wystrzelić pocisku, bo nie ma tam powietrza.

■ 6. Sfotografowano z boku pędzący dylżans, którego koła miały po osiem szprych. Tło wyszło rozmyte, ale dylżans wyszedł nieporuszony. Wskaż zdanie, które najlepiej opisuje rozmycie szprych na tym zdjęciu.



- A. Wszystkie szprychy były jednakowo rozmyte.
 B. Szprycha N była najbardziej rozmyta, a kolejne, im od niej dalsze, były coraz mniej rozmyte.
 C. Szprycha N była najmniej rozmyta, a kolejne, im od niej dalsze, były coraz bardziej rozmyte.
 D. Żadna ze szprych nie była rozmyta.
 E. Wykonanie takiego zdjęcia jest niemożliwe.

■ 7. Szytwny pojemnik na gaz ma masę M i objętość V . Opróżniono go i stwierdzono, że nie tonie on w wodzie. Do pojemnika pompujemy gaz. Minimalna ilość gazu niezbędna do spowodowania zatonięcia pojemnika (zakładamy, że nie pęknie) jest tym większa, im

- A. większe są V i M ,
 B. mniejsze są V i M ,
 C. większe jest V , a mniejsze M ,
 D. mniejsze jest V , ale większe M .
 E. Ta ilość nie zależy od V i M .

■ 8. Który z wymienionych izotopów powstanie w wyniku ciągu rozpadów α i β z izotopu ${}^{235}_{92}\text{U}$?

- A. ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.
- B. ${}^{207}_{82}\text{Pb}$.
- C. ${}^{208}_{82}\text{Pb}$.
- D. ${}^{213}_{84}\text{Po}$.
- E. Wszystkie wymienione.

■ 9. Bryłka promieniotwórczego izotopu talu ${}^{207}\text{Tl}$, który w wyniku rozpadu β przekształca się w trwały izotop ołowiu, ma masę m . Masa bryłki po trzech czasach połowicznego rozpadu będzie

- A. nieznacznie mniejsza od m ,
- B. równa $m/3$,
- C. równa $m/4$,
- D. równa $m/8$,
- E. równa $m/9$.

■ 10. Jeśli do metalowego cylindra nalejemy ciekłego azotu, po pewnym czasie po zewnętrznej powierzchni cylindra zaczyna spływać ciecz. Ta ciecz to

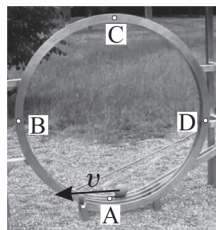
- A. ciekły wodór,
- B. ciekły tlen,
- C. ciekły azot,
- D. ciekły dwutlenek węgla,
- E. woda.

Zadania 11 – 20 za 4 punkty

■ 11. Podczas rozpadu uranu (okres połowicznego rozpadu 4,5 miliarda lat) powstaje m. in. rad o okresie połowicznego rozpadu 1600 lat. Ilość radu w pewnym złożu uranu oszacowano na 200 kg. Wynika z tego, że 16 000 lat temu było go w tym złożu około

- A. 204 800 kg,
- B. 20 000 kg,
- C. 2000 kg,
- D. 200 kg,
- E. 20 kg.

■ 12. W krakowskim Ogrodzie Doświadczeń im. Stanisława Lema można wypróbować instalację do wpuszczania piłeczki w tzw. pętlę śmierci. Piłeczka nadlatuje w kierunku punktu A,



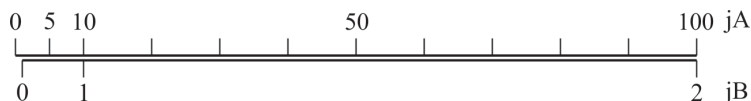
najniższego w pętli, z prędkością v . Jej energia kinetyczna $1/2 mv^2$ w punkcie A jest minimalnie większa od jej energii potencjalnej mgh ($h = 2r = |AC|$) w punkcie C.

Jeśli pominiemy rozpraszanie energii mechanicznej piłeczki, to dalszy jej ruch najlepiej opisuje zdanie

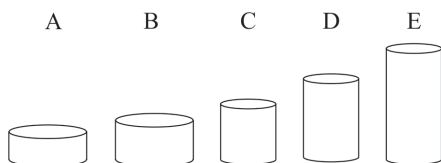
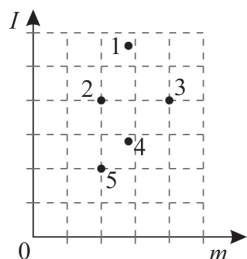
- A. piłeczka odskoczy od pętli na łuku AB, gdy siła reakcji podłoża przewyższy składową dośrodkową siły grawitacji,
- B. piłeczka odpadnie od pętli na łuku BC, gdy składowa dośrodkowa siły grawitacji przewyższy wartość mv^2/r ,
- C. piłeczka odpadnie od pętli tuż za punktem C (tym bliżej im mniejsza nadwyżka energii kinetycznej w A nad energią potencjalną w C), gdy osiągnie praktycznie zerową prędkość,
- D. piłeczka odskoczy od pętli na łuku DA, gdy siła reakcji podłoża przewyższy składową dośrodkową siły grawitacji,
- E. piłeczka nie straci styku z pętlą i powróci do punktu A.

■ 13. Przyrząd pomiarowy służący do pomiaru pewnej wielkości fizycznej jest wyposażony w dwie skale: jedna wyskalowana w jednostkach „jA”, druga w „jB”. Na podstawie poniższego rysunku wnioskujemy, że jeśli na skali A odczytano x_A , to odczyt x_B na skali B może być dany wzorem

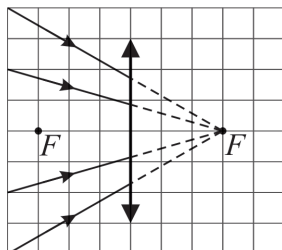
- A. $x_B = \log(x_A)$,
- B. $x_B = \log(x_A - 1)$,
- C. $x_B = \log(x_A + 1)$.
- D. Taki wzór nie istnieje, choć skala B jest możliwa.
- E. Taki wzór nie istnieje, bo skala B jest niepoprawnie skonstruowana.



■ 14. Każdemu z pięciu walców wykonanych z tego samego materiału odpowiada jeden punkt na wykresie zależności momentu bezwładności I względem osi walca od masy m bryły. Któremu walcowi odpowiada punkt 4?



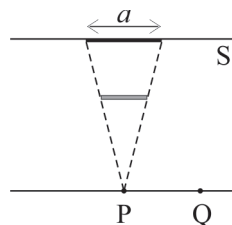
■ 15. Na soczewkę skupiającą o ogniskowej 10 cm pada zbieżna wiązka światła (na rysunku zaznaczono również przedłużenia wybranych promieni).



W jakiej odległości od soczewki przetną się promienie światła? (F – ognisko soczewki)

- A. 2,5 cm.
- B. 5,0 cm.
- C. 7,5 cm.
- D. 10 cm.
- E. Promienie nigdzie się nie przetną.

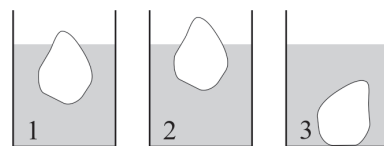
■ 16. Równoległe do ekranu S ustawiono nieprzezroczystą kwadratową cienką płytkę. Oświetlono ją punktowym źródłem światła umieszczonym w punkcie P, na symetralnej obu przekątnych kwadratu. Na ekranie powstał kwadratowy cień o boku a .



Jeśli źródło światła przesuniemy do punktu Q, równoległe do ekranu, to cień się przesunie i będzie miał kształt

- A. kwadratu o boku b mniejszym od a ,
- B. kwadratu o boku b równym a ,
- C. kwadratu o boku b większym od a ,
- D. prostokąta, którego bok niewidoczny na schemacie ma długość a , zaś widoczny długość b mniejszą od a ,
- E. prostokąta, którego bok niewidoczny na schemacie ma długość a , zaś widoczny długość b większą od a .

■ 17. Do trzech szklanek z: wodą (1), oraz innymi, niemieszającymi się z wodą cieczami (2 i 3) wrzucono bryłki lodu (rys.).

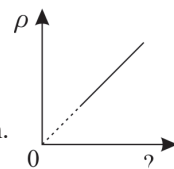


Jak zmieni się poziom wody w naczyniu 1 i najwyższy poziom cieczy w naczyniach 2 i 3 po stopieniu się lodu? (\uparrow – podniesie się, \downarrow – obniży się, \leftrightarrow – nie zmieni się)

- A. 2 \leftrightarrow , 3 \leftrightarrow .
- B. 2 \downarrow , 3 \downarrow .
- C. 2 \uparrow , 3 \downarrow .
- D. 2 \uparrow , 3 \uparrow .
- E. 2 \downarrow , 3 \uparrow .

■ 18. Wykres przedstawia zależność gęstości stałej masy gazu doskonałego od pewnej wielkości fizycznej podczas przemiany izotermicznej. Od której wielkości fizycznej?

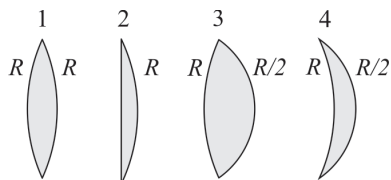
- A. Objętości.
- B. Temperatury.
- C. Ciśnienia.
- D. Masy molowej.
- E. Żadnej z wymienionych.



■ 19. Prędkość fali poprzecznej w napiętej linie zależy od masy linii (m), długości linii (l) oraz wartości siły naprężającej linę (F) i jest dana jednym z podanych wyrażen. Którym?

- A. $\sqrt{\frac{l}{Fm}}$. B. $\sqrt{\frac{m}{Fl}}$.
 C. $\sqrt{\frac{F}{ml}}$. D. $\sqrt{\frac{ml}{F}}$.
 E. $\sqrt{\frac{Fl}{m}}$.

■ 20. Na rysunku przedstawiono przekroje cienkich soczewek wykonanych z tego samego szkła oraz promienie krzywizn ich powierzchni.



Które z soczewek mają taką samą ogniskową?

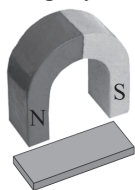
- A. 3 i 4. B. 1 i 2.
 C. 2 i 4. D. 1 i 4.

E. Każda soczewka ma inną ogniskową.

Zadania 21 – 30 za 5 punktów

■ 21. Jeden koniec magnesu w kształcie podkowy może unieść sztabkę żelaza o masie 0,5 kg. Maksymalna masa żelaznej sztabki unoszonej przez dwa końce tego magnesu (stanowiące jego przeciwne bieguny – rys.) wynosi

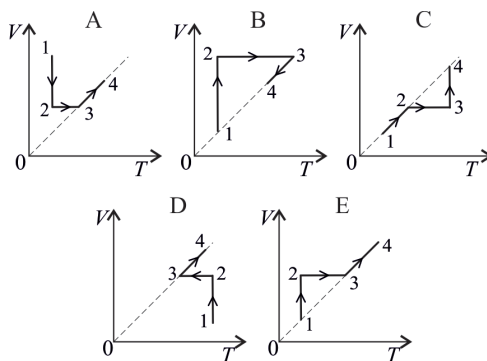
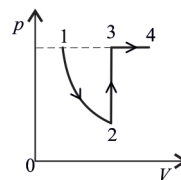
- A. mniej niż 0,25 kg,
 B. 0,25 kg,
 C. 0,5 kg,
 D. 1 kg,
 E. więcej niż 1 kg.



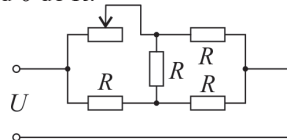
■ 22. Jaką siłą działa na idealne lustro płaskie padająca na nie prostopadle wiązka lasera o mocy światła 18 W?

- A. $2 \cdot 10^{-16}$ N. B. $4 \cdot 10^{-16}$ N.
 C. $6 \cdot 10^{-8}$ N. D. $1,2 \cdot 10^{-7}$ N.
 E. $3 \cdot 10^8$ N.

■ 23. Na wykresie obok pokazano ciąg przemian pewnej porcji gazu doskonałego. Na którym z wykresów poniżej pokazano ten sam ciąg?



■ 24. Obwód (schemat na rys.) zawiera jednakowe oporniki o oporze R oraz potencjometr, którego opór można regulować w zakresie od 0 do R .

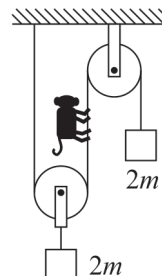


Natężenie prądu płynącego w tym obwodzie można zmieniać w zakresie

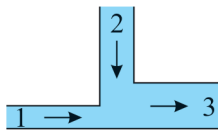
- A. od 0 do U/R ,
 B. od $3U/(5R)$ do U/R ,
 C. od U/R do $5U/(3R)$,
 D. od $U/(3R)$ do $3U/(4R)$.
 E. Natężenie prądu w tym obwodzie nie zależy od ustawionego oporu potencjometru.

■ 25. Układ bloczków przedstawiony na rysunku jest w równowadze, gdy małpa wspina się po linie ze stałą prędkością. Masa linek i bloczków jest pomijalnie mała. Masa małpy jest równa

- A. $m/4$,
 B. $m/2$,
 C. m ,
 D. $2m$.
 E. Niezależnie od masy małpy układ ten nie może być w równowadze.



■ 26. Dwie rury o przekrojach kołowych łączą się w jedną rurę, również o przekroju kołowym. Rurami płynie woda w kierunkach zaznaczonych na rysunku, z prędkością 7 cm/s w rurze 1 o średnicy 3 cm i 3 cm/s w rurze 3 o średnicy 9 cm.



Prędkość wody w rurze 2 o średnicy 6 cm ma wartość

- A. 1 cm/s,
- B. 5 cm/s,
- C. 10 cm/s,
- D. 11 cm/s.
- E. W rurze 2 woda płynie do góry.

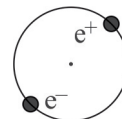
■ 27. Ładujemy dwa akumulatory, o jednakowych nominalnych napięciach. Natężenia prądów ładowania wynoszą odpowiednio $I_1 = 250$ mA oraz $I_2 = 500$ mA. Na tej podstawie możemy stwierdzić, że więcej ciepła na jednostkę czasu wydziela się w akumulatorze

- A. drugim, gdyż płynie przez niego prąd o większym natężeniu,
- B. w obu jednakowo, gdyż mają jednakowe napięcia nominalne.
- C. Do rozstrzygnięcia problemu potrzebna i wystarczająca jest jeszcze znajomość pojemności akumulatorów.
- D. Do rozstrzygnięcia problemu potrzebna i wystarczająca jest jeszcze znajomość oporu wewnętrznego akumulatorów podczas ładowania.
- E. Do rozstrzygnięcia problemu potrzebna jest jeszcze znajomość zarówno pojemności jak i oporu wewnętrznego akumulatorów.

■ 28. Pozytonium to układ składający się z elektronu i jego antycząstki – pozytonu, okrążających się wzajemnie (rys.). W stanach energetycznych pozytonium promień orbity każdego z elektronów jest zbliżony do promienia orbity w analogicznych stanach atomu wodoru. Atom wodoru emituje podczas przejścia z poziomu $n = 2$ na poziom $n = 1$ falę elektromagnetyczną o długości 121,6 nm. Długość fali promieniowa-

nia emitowanego w wyniku analogicznego przejścia w pozytonium jest równa około

- A. 30,4 nm,
- B. 60,8 nm,
- C. 122 nm,
- D. 243 nm,
- E. 486 nm.



■ 29. Z jaką prędkością należy wystrzelić ciało poziomo z powierzchni kulistej planety o masie M i promieniu R nie posiadającej atmosfery, aby okrążyła ją po orbicie eliptycznej, której apogeum znajduje się w odległości $5R$ od środka planety? (G – stała grawitacyjna)

- A. $\sqrt{\frac{GM}{R}}$.
- B. $\sqrt{\frac{4GM}{3R}}$.
- C. $\sqrt{\frac{5GM}{3R}}$.
- D. $\sqrt{\frac{3GM}{4R}}$.
- E. $\sqrt{\frac{8GM}{5R}}$.

■ 30. Cztery Lwiątko urodziły się w środku Afryki na równiku. 21 marca każde poszło w swoim kierunku i szły przez godzinę: jedno na wschód, drugie na zachód, trzecie na północ, czwarte na południe. Widok Słońca w zenicie mógł towarzyszyć przez cały czas wędrówki

- A. każdemu z Lwiątek,
- B. tylko pierwszemu,
- C. tylko trzeciemu,
- D. pierwszemu i trzeciemu.
- E. Nie mógł towarzyszyć żadnemu z nich.

Klasy III i IV liceum i technikum

Zadania 1 – 10 za 3 punkty

■ 1. W ciągu jednej femtosekundy (1 fs) światło w próżni przebywa drogę około

- 0,3 nm,
- 30 nm,
- 0,3 μm ,
- 30 μm ,
- 0,3 mm.

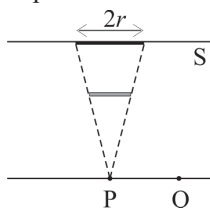
■ 2. Cztery Lwiątko urodziły się w środku Afryki na równiku. Gdy nieco podrosły, każde poszło w swoim kierunku: jedno na wschód, drugie na zachód, trzecie na północ, czwarte na południe. Którzy bracia mogli pewnego dnia zobaczyć Słońce w zenicie jednocześnie?

- Wszyscy czterej,
- Tylko pierwszy i drugi.
- Tylko trzeci i czwarty.
- Równie dobrze pierwszy i drugi jak trzeci i czwarty, ale nie cała czwórka jednocześnie.
- Żadna para braci nie mogła zobaczyć Słońca w zenicie jednocześnie.

■ 3. Jeśli do metalowego cylindra nalejemy ciekłego azotu, po pewnym czasie po zewnętrznej powierzchni cylindra zaczyna spływać ciecz. Ta ciecz to

- woda,
- ciekły azot,
- ciekły tlen,
- ciekły dwutlenek węgla,
- ciekły wodór.

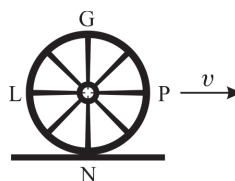
■ 4. Równoległe do ekranu S ustawiono nieprzezroczystą, cienką płytkę w kształcie koła. Oświetlono ją punktowym źródłem światła umieszczonym w punkcie P znajdującym się na osi koła. Na ekranie powstał okrągły cień o promieniu r .



Jeśli źródło światła przesuniemy do punktu Q, równoległe do ekranu, to cień się przesunie i będzie miał kształt

- koła o promieniu R mniejszym od r ,
- koła o promieniu R równym r ,
- koła o promieniu R większym od r ,
- elipsy, której jedna półoś ma długość r , zaś druga półoś długość R mniejszą od r ,
- elipsy, której jedna półoś ma długość r , zaś druga półoś długość R większą od r .

■ 5. Sfotografowano z boku dylizans pędzący z prędkością v , którego koła miały po osiem szprych.



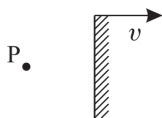
Tło wyszło rozmyte, ale dylizans wyszedł nieporuszony. Można zatem stwierdzić, że zdjęcie wykonano aparatem przymocowanym do statywu umieszczonego

- na ziemi, a szprychy także wyszły nieporuszone,
- na ziemi, ale szprychy wyszły poruszone,
- na samochodzie jadącym z prędkością v obok dylizansu, a szprychy także wyszły nieporuszone,
- na samochodzie jadącym z prędkością v obok dylizansu, ale szprychy wyszły poruszone.
- Wykonanie zdjęcia z nieporuszonym dylizansem na rozmytym tle jest niemożliwe.

■ 6. Wykonano dwie wydrążone kule: jedną z miedzi, a drugą z aluminium. Obie kule mają taką samą masę i taki sam promień zewnętrzny. Kule zostały pomalowane taką samą farbą. Aby je odróżnić wystarczy mieć

- siłomierz,
- również pochyłą i stoper,
- menzurkę z wodą i siłomierz,
- wyskalowaną menzurkę z wodą,
- elektroskop.

- 7. Lwiątko obserwuje w lustrze obraz świecącego punktu P. Lustro porusza się względem Lwiątko z prędkością v (rys.).



Z jaką prędkością i w którym kierunku względem Lwiątko musi poruszać się punkt P, aby jego obraz pozostał nieruchomy?

- A. 0. B. v , w prawo. C. v , w lewo.
D. $2v$, w prawo. E. $2v$, w lewo.

- 8. Który z wymienionych izotopów powstanie w wyniku ciągu rozpadów α i β z izotopu ${}^{237}_{93}\text{Np}$?

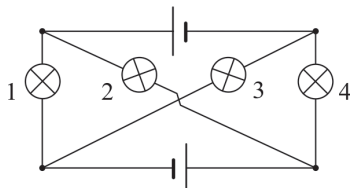
- A. ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. B. ${}^{207}_{82}\text{Pb}$.
C. ${}^{209}_{82}\text{Pb}$. D. ${}^{215}_{84}\text{Po}$.
E. Żaden z wymienionych.

- 9. W zamkniętym zbiorniku znajduje się gaz doskonały o ciśnieniu p_0 i temperaturze T_0 . Jeżeli średnia prędkość cząsteczek tego gazu wzrośnie dwukrotnie, to ciśnienie p_1 i temperatura T_1 wyniosą

- A. $p_1 = 2p_0$, $T_1 = \sqrt{2} T_0$,
B. $p_1 = 2p_0$, $T_1 = 2T_0$,
C. $p_1 = 2p_0$, $T_1 = 4T_0$,
D. $p_1 = 4p_0$, $T_1 = 2T_0$,
E. $p_1 = 4p_0$, $T_1 = 4T_0$.

- 10. Żarówki są identyczne, baterijki również. W układzie tym

- A. wszystkie żarówki świecą jednakowo jasno,
B. nie świeci żadna żarówka,
C. żarówki 1 i 4 świecą jednakowo jasno, a 2 i 3 nie świecą,
D. żarówki 2 i 3 świecą jednakowo jasno, a 1 i 4 nie świecą,
E. żarówki 2 i 3 świecą jednakowo jasno, jaśniej niż również świecące żarówki 1 i 4.

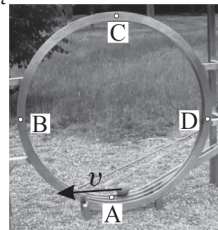


Zadania 11 – 20 za 4 punkty

- 11. Ładujemy dwa początkowo rozładowane akumulatory, o jednakowych nominalnych napięciach. Natężenia prądów ładowania wynoszą odpowiednio $I_1 = 250$ mA oraz $I_2 = 500$ mA. Na tej podstawie możemy stwierdzić, że więcej ciepła w procesie ładowania wydzieli się w akumulatorze

- A. drugim, gdyż płynie przez niego prąd o większym natężeniu,
B. w obu jednakowo, gdyż mają jednakowe napięcia nominalne.
C. Do rozstrzygnięcia problemu potrzebna i wystarczająca jest jeszcze znajomość pojemności akumulatorów.
D. Do rozstrzygnięcia problemu potrzebna i wystarczająca jest jeszcze znajomość oporu wewnętrznego akumulatorów podczas ładowania.
E. Do rozstrzygnięcia problemu potrzebna jest jeszcze znajomość zarówno pojemności jak i oporu wewnętrznego akumulatorów.

- 12. W krakowskim Ogrodzie Doświadczeń im. Stanisława Lema można wypróbować instalację do wpuszczania piłeczki w tzw. pętlę śmierci.



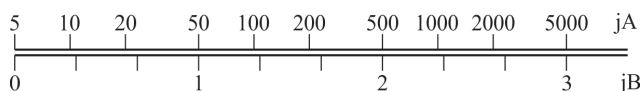
Piłeczka nadlatuje w kierunku punktu A, najniższego w pętli, z prędkością v . Jej energia kinetyczna $1/2 mv^2$ w A jest minimalnie większa od jej energii potencjalnej mgh ($h = 2r = |AC|$) w punkcie C. Jeśli pominiemy rozpraszanie energii mechanicznej piłeczki, to dalszy jej ruch najlepiej opisuje zdanie

- A. piłeczka nie straci styku z pętlą i powróci do punktu A,
B. piłeczka odskoczy od pętli na łuku AB, gdy siła reakcji podłoża przewyższy składową dośrodkową siły grawitacji,
C. piłeczka odpadnie od pętli na łuku BC, gdy składowa dośrodkowa siły grawitacji przewyższy wartość mv^2/r ,

D. piłeczka odpadnie od pętli tuż za punktem C (tym bliżej im mniejsza nadwyżka energii kinetycznej w A nad energią potencjalną w C), gdy osiągnie praktycznie zerową prędkość,

E. piłeczka odskoczy od pętli na łuku DA, gdy siła reakcji podłoża przewyższy składową dośrodkową siły grawitacji.

■ **13.** Przyrząd pomiarowy służący do pomiaru pewnej wielkości fizycznej jest wyposażony w dwie skale: jedna wyskalowana w jednostkach „jA”, druga w „jB”.



Na podstawie pokazanego fragmentu skal można wnioskować, że jeśli na skali A odczytano x_A , to na skali B odczytamy x_B dane wzorem

A. $x_B = \log(x_A)$,

B. $x_B = \log(2x_A)$,

C. $x_B = \log(0,2x_A)$.

D. Taki wzór nie istnieje, choć skala A jest możliwa.

E. Taki wzór nie istnieje, bo skala A jest niepoprawnie skonstruowana.

■ **14.** Jednostką której wielkości fizycznej jest $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2}$?

A. Siły elektromotorycznej.

B. Oporu elektrycznego.

C. Indukcji magnetycznej.

D. Strumienia indukcji magnetycznej.

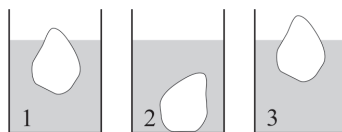
E. Żadnej z wymienionych.

■ **15.** Orbity obiegu dwóch planet okrążających po orbitach kołowych tę samą gwiazdę w tę samą stronę leżą w jednej płaszczyźnie, a okresy obiegu wynoszą T_1 i T_2 , przy czym $T_2 > T_1$. Ile czasu mija pomiędzy kolejnymi ustawieniami tych planet i gwiazdy w jednej linii prostej, przy czym planety znajdują się po przeciwnych stronach gwiazdy?

A. $T_1 + T_2$. **B.** $(T_1 + T_2)/2$. **C.** $T_2 - T_1$.

D. $\frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$. **E.** $\frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$.

■ **16.** Do trzech szklanek z: wodą (1), oraz innymi, niemieszającymi się z wodą cieczami (2 i 3) wrzucono bryłki lodu (rys.).



Jak zmieni się poziom wody w naczyniu 1 i najwyższy poziom cieczy w naczyniach 2 i 3 po stopieniu się lodu? (↑ – podniesie się, ↓ – obniży się, ↔ – nie zmieni się)

A. 2 ↑, 3 ↑.

B. 2 ↓, 3 ↑.

C. 2 ↑, 3 ↓.

D. 2 ↔, 3 ↔.

E. 2 ↓, 3 ↓.

■ **17.** Jaką siłą działa na idealne lustro płaskie padająca na nie prostopadle wiązka lasera o mocy światła 36 W?

A. $6 \cdot 10^{-8}$ N.

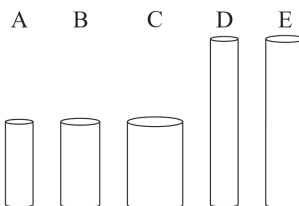
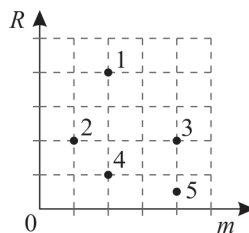
B. $1,2 \cdot 10^{-7}$ N.

C. $2,4 \cdot 10^{-7}$ N.

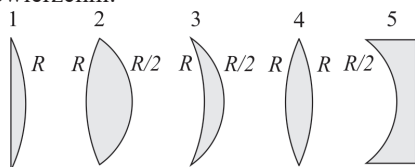
D. $4 \cdot 10^{-16}$ N.

E. $8 \cdot 10^{-16}$ N.

■ **18.** Każdemu z pięciu odcinków przewodów o przekroju kołowym wykonanych z tego samego przewodnika odpowiada jeden punkt na wykresie zależności oporu elektrycznego R pomiędzy podstawami od masy m przewodu. Któremu odcinkowi odpowiada punkt 4?



■ 19. Na rysunku przedstawiono przekroje cienkich soczewek wykonanych z tego samego szkła oraz promienie krzywizny ich powierzchni.



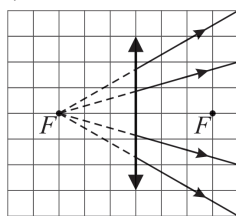
Które z soczewek mają taką samą ogniskową?

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

■ 20. Przed soczewką skupiającą o ogniskowej 20 cm ustawiono punktowe źródło światła, którego promienie po przejściu przez soczewkę biegną jak na rysunku (na rysunku zaznaczono również przedłużenia wybranych promieni). W jakiej odległości od soczewki znajduje się źródło światła?

(F – ognisko soczewki)

- A. 5 cm.
B. 10 cm.
C. 15 cm.
D. 20 cm.
E. Promienie te nie mogą pochodzić z punktowego źródła światła.



Zadania 21 – 30 za 5 punktów

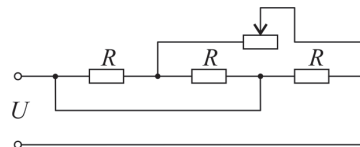
■ 21. Gorący przedmiot, pochłaniający całe padające nań promieniowanie, w stanie równowagi promieniuje z mocą P . Gdy jego temperatura bezwzględna wzrośnie o 4%, to moc wysłanego przez ten przedmiot promieniowania zwiększy się o około

- A. 2%, B. 4%, C. 16%,
D. 17%, E. 256%.

■ 22. Gęstość energii pola elektrycznego o natężeniu E (tzn. stosunek energii pola w danym obszarze do objętości tego obszaru) jest dana jednym z podanych wzorów. Którym? ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m)

- A. $\frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E$. B. $\frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2$. C. $\frac{E^2}{2 \epsilon_0 \epsilon_r}$.
D. $\frac{E}{2 \epsilon_0 \epsilon_r}$. E. $\frac{2 \epsilon_0 \epsilon_r}{E}$.

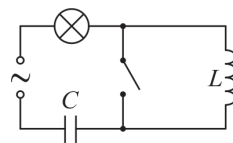
■ 23. Obwód zawiera jednakowe oporniki o oporze R oraz potencjometr, którego opór można regulować w zakresie od 0 do R .



Natężenie prądu płynącego w tym obwodzie można zmieniać w zakresie

- A. od 0 do U/R ,
B. od $3U/(5R)$ do U/R ,
C. od $5U/(3R)$ do $3U/R$,
D. od $3U/R$ do $4U/R$.
E. Natężenie prądu w tym obwodzie nie zależy od ustawionego oporu potencjometru.

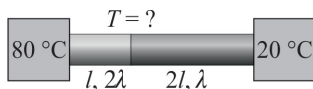
■ 24. Jak zmieni się jasność świecenia żarówki w obwodzie prądu przemiennego po zamknięciu wyłącznika?



- A. Wzrośnie.
B. Zmaleje.
C. Nie zmieni się.
D. Wzrośnie, gdy częstotliwość napięcia zasilającego będzie mniejsza od pewnej częstotliwości zależnej od L i C , a zmaleje, gdy częstotliwość napięcia zasilającego będzie większa od tej częstotliwości.
E. Wzrośnie, gdy częstotliwość napięcia zasilającego będzie większa od pewnej częstotliwości zależnej od L i C , a zmaleje, gdy częstotliwość napięcia zasilającego będzie mniejsza od tej częstotliwości.

■ 25. Szybkość przepływu ciepła między końcami pręta wyraża się wzorem $\lambda S \Delta T / l$, gdzie S oznacza pole powierzchni podstawy, l – długość pręta, ΔT to różnica temperatur końców pręta, a λ – współczynnik przewodnictwa cieplnego charakterystyczny dla danego materiału. Dwa pręty o jednakowym przekroju, długościach l i $2l$, wykonane z materiałów o współczynnikach przewodnictwa cieplnego 2λ i λ połączone jak na ry-

sunku i zetknięto z ciałami utrzymywanymi w stałych temperaturach.



Jaka temperatura powierzchni styku prętów ustali się po długim czasie, jeśli układ jest izolowany termicznie od otoczenia?

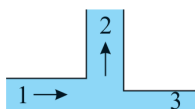
- A. 32 °C.
- B. 40 °C.
- C. 50 °C.
- D. 60 °C.
- E. 68 °C.

■ 26. Pojemnik na gaz ma objętość V_0 i masę M , gdy zawiera gaz pod ciśnieniem atmosferycznym. Pływa on wtedy w cieczy o gęstości ρ . Dopompowanie masy m gazu powoduje zwiększenie objętości pojemnika zgodnie z zależnością $V(m) = V_0 + a \cdot m$, gdzie a jest dodatnim współczynnikiem, charakterystycznym dla pojemnika. Takie dopompowywanie może spowodować zatonięcie pojemnika, jeśli współczynnik a jest mniejszy od pewnej wartości granicznej, która zależy tylko

- A. od V_0 ,
- B. od M ,
- C. od ρ ,
- D. od ρ oraz V_0 ,
- E. od V_0 oraz M .

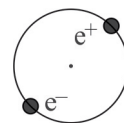
■ 27. Na rysunku pokazano złącze trzech rur o różnych przekrojach, zaznaczając strzałkami kierunek przepływu wody. W rurze 1 o średnicy 8 cm płynie woda z prędkością 5 cm/s, a w rurze 2, o średnicy 12 cm – z prędkością 4 cm/s. W którą stronę i z jaką prędkością płynie woda w rurze 3 o średnicy 4 cm?

- A. W lewo, 1 cm/s.
- B. W prawo, 2 cm/s.
- C. W lewo, 2 cm/s.
- D. W prawo, 16 cm/s.
- E. W lewo, 16 cm/s.



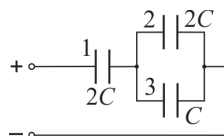
■ 28. Pozytonium to układ składający się z elektronu i jego antycząstki – pozytonu, okrążających się wzajemnie (rys.). W stanach energetycznych pozytonium promień orbity każdego z elektronów jest zbliżony do promienia orbity w analogicznych stanach atomu wodoru. Atom wodoru emituje podczas przejścia z poziomu $n = 3$ na poziom $n = 2$ falę elektromagnetyczną o długości 656,3 nm. Długość fali promieniowania emitowanego w wyniku analogicznego przejścia w pozytonium jest równa około

- A. 164 nm,
- B. 328 nm,
- C. 656 nm,
- D. 1313 nm,
- E. 2625 nm.



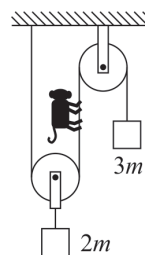
■ 29. We wszystkich kondensatorach połączonych jak na schemacie okładki mają tę samą powierzchnię, a między nimi jest ten sam dielektryk. Pojemności kondensatorów podano przy ich symbolach. Kondensatory początkowo były nienaładowane, a źródło napięcia dołączono po połączeniu zestawu. W którym kondensatorze (lub w których kondensatorach) natężenie pola elektrycznego jest największe?

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



■ 30. Układ bloczków przedstawiony na rysunku jest w równowadze, gdy mała wspania się po linie z przyspieszeniem $g/3$ (g – przyspieszenie ziemskie). Masa linek i bloczków jest pomijalnie mała. Masa małej jest równa

- A. $3/4 m$,
- B. m ,
- C. $3/2 m$,
- D. $3m$,
- E. $6m$.



Odpowiedzi

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

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

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

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

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

Klasy 1–2 gimnazjum

■ 1. $1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m}$, zatem 15 dm to $1,5 \text{ m} = 1500 \text{ mm}$. **Odpowiedź D.**

■ 2. Polska znajduje się na północ od zwrotnika Raka, a więc w ciągu dnia Słońce przemieszcza się po południowej stronie nieba ze wschodu na zachód, czyli zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Cień zachowuje się tak samo, **odpowiedź A.**

■ 3. Przyczyną istnienia ciśnienia atmosferycznego jest ciężar otaczającego ziemię powietrza. Im grubsza warstwa atmosfery nad danym punktem, tym niższe ciśnienie, **odpowiedź A.**

■ 4. Gdy wszystkie wymiary mydła maleją do połowy, pozostała objętość mydła stanowi $1/8$ objętości początkowej, a więc mydła wystarczy na dwa dni. **Odpowiedź B.**

■ 5. Skoro kulka tonie w nafcie, to znaczy, że $d_k > d_N$. Ponadto, z faktu, że kulka pływa całkowicie zanurzona w oleju, wynika, że $d_k = d_o$. Kulka pływa częściowo zanurzona w wodzie, więc $d_k < d_w$. **Odpowiedź D.**

■ 6. Rozsądna wydaje się **odpowiedź C.** Rzyś 500 kartek papieru „ksero” ma grubość około 5 cm , a więc grubość jednej kartki to w przybliżeniu $50 \text{ mm} : 500 = 0,1 \text{ mm}$.

■ 7. Zadanie niby proste, obliczeniowe, ale przysporzyło trudności – tylko co czwarty uczestnik udzielił prawidłowej odpowiedzi. $S = 0,1 \text{ mm}^2 = 10^{-7} \text{ m}^2$. Ciśnienie $p = F/S = 10 \text{ N}/(10^{-7} \text{ m}^2) = 10^8 \text{ Pa}$. **Odpowiedź E.**

■ 8. **Odpowiedź B.** Klocek opada na dno naczynia, jeżeli działająca na niego siła wyporu ma wartość mniejszą od wartości siły grawitacji.

■ 9. **Odpowiedź B.**

$$[F] \cdot [t] = N \cdot s = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$= \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = [m] \cdot [v] = [p].$$

■ 10. Masa jednorodnej kuli jest wprost proporcjonalna do objętości, a ta z kolei jest wprost proporcjonalna do trzeciej potęgi promienia. **Odpowiedź C.** Aż połowa uczestników konkursu na tym poziomie wybrała błędną odpowiedź $1/4$, widocznie rozważając pole powierzchni.

■ 11. Warto śledzić „wieści z kosmosu”. **Odpowiedź C.**

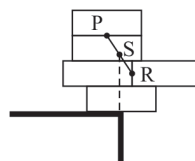
■ 12. Szukany okrąg ma średnicę równą średniej arytmetycznej średnic d_1 i d_2 , czyli $(d_1 + d_2)/2$ i wiele osób zaznaczyło taką właśnie odpowiedź. W zadaniu pytano jednak o promień tego okręgu, więc prawidłowa jest **odpowiedź A.**

■ 13. Wieża z rys. 1. nie spadnie, gdyż dwa klocki po lewej stronie bezpiecznie spoczywają na stole, a środek ciężkości trzech klocek po prawej stronie (znajdujący się w środku środkowego klocka) nie wystaje poza stół.

W przypadku układu z rys. 2. klocek po lewej stronie dolnej warstwy spoczywa na stole, należy rozważyć układ złożony z pozostałych klocek. Środek ciężkości tego układu znajduje się w środku stykających się ścianek w drugiej warstwie, nie wystaje poza brzeg stołu, więc wieża stoi.

Układ przedstawiony na rys. 3. jest najbardziej skomplikowany. Środek ciężkości dwóch górnych cegieł znajduje się w punkcie P (rys.), a środek ciężkości cegieł w drugiej (licząc od dołu) warstwie – w punkcie R. Środek ciężkości tych 4 cegieł znajduje się w punkcie S leżącym w środku odcinka PR. Punkt S i środek dolnej cegły nie wystają poza brzeg stołu, a więc środek masy całego układu również nie wystaje poza stół. Układ jest stabilny.

Środek ciężkości wieży z rys. 4 wystaje poza brzeg stołu. **Odpowiedź B.**



■ 14. Dodatkowa siła, o której mowa w zadaniu, to tak zwana siła bezwładności. Jest to siła pozorna, czyli nie jest związana z żadnym fizycznym oddziaływaniem. Działa ona wtedy, gdy układ (np. autobus z pasażerami) porusza się ruchem zmiennym, czyli przyspiesza, zwalnia lub porusza się po łuku). Siła bezwładności ma ten sam kierunek, co przyspieszenie układu, lecz jest do niego przeciwnie zwrócona. Gdy autobus rusza z przystanku, to przyspiesza – wtedy przyspieszenie jest zwrócone do przodu, a więc siła bezwładności jest zwrócona do tyłu i wciska pasażera w oparcie fotela.

Gdy autobus zwalnia, sytuacja jest odwrotna – przyspieszenie autobusu jest zwrócone do tyłu, a zatem siła bezwładności ciągnie pasażera do przodu.

Jeżeli autobus porusza się ruchem jednostajnym po okręgu, to występuje tzw. przyspieszenie dośrodkowe (zwrócone w stronę środka okręgu, po którym porusza się autobus), czego skutkiem jest działanie na pasażera siły odśrodkowej. **Odpowiedź A.**

■ 15. Z informacji podanych w zadaniu wynika, że stałą Plancka można wyrazić wzorem $h = mv\lambda$, a zatem

$$[h] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$$

Odpowiedź B.

■ 16. Zgodnie z zasadą równowagi dźwigni, aby huśtawka była w równowadze, dwa razy lżejszy młodszy brat powinien usiąść dwa razy dalej od osi huśtawki niż starszy brat, czyli w odległości 2 m. Prawie połowa lwiątkowiczów zaznaczyła tę odpowiedź przeocząc widocznie, że pytano o odległość pomiędzy braćmi. **Odpowiedź E.**

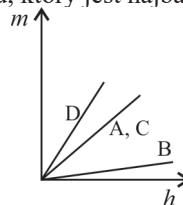
■ 17. Częstotliwość dźwięku wytwarzanego przez strunę zależy od długości struny oraz prędkości fali w tej strunie, ale nie zależy od prędkości dźwięku w otoczeniu struny. Niezależnie od prędkości dźwięku w otoczeniu struny, częstotliwość fali rozchodzącej się od struny do uszu słuchaczy jest równa częstotliwości drgań struny. **Odpowiedź E.**

■ 18. Praca wykonana przy konstrukcji wieży jest równa zmianie energii potencjalnej wszystkich cegieł. Początkowo cegły leżą na stole. Podniesienie cegły o jedno „piętro” wymaga wykonania pracy mgh . Prace wykonane przy budowie wież z kolejnych rysunków wynoszą odpowiednio: $9mgh$, $7mgh$, $10mgh$, $9mgh$, $8mgh$. **Odpowiedź D.**

■ 19. Masa naczynia z cieczą jest równa sumie masy pustego naczynia (oznaczymy m_0) i masy cieczy równej $\rho V = \rho Sh$, gdzie S to pole podstawy naczynia, a h wysokość cieczy. A zatem $m = m_0 + \rho Sh$, czyli masa naczynia rośnie liniowo z wysokością h . Szybkość wzrostu zależy od wartości współczynnika ρS , a największą gęstość ma ciecz, dla której wykres rośnie najbardziej stromo.

Odpowiedź D. Znajomość masy pustego naczynia nie była potrzebna.

Druga metoda rozwiązania tego zadania polega na przesunięciu każdego z wykresów pionowo tak, aby jego początek znalazł się w początku układu współrzędnych (co odpowiada odjęciu masy naczynia) i wybraniu tego wykresu, który jest najbardziej stromy.



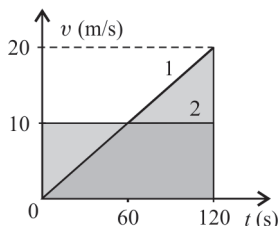
■ 20. Skoro masa, a więc i objętość, ma pozostać niezmienną, to dwukrotne wydłużenie przewodu spowoduje dwukrotne zmniejszenie pola przekroju poprzecznego.

Odpowiedź E.

■ 21. **Odpowiedź C.** Zadanie okazało się trudne. Wiele osób nabrało się na błędną odpowiedź E. W rzeczywistości żarówki 2 i 3 świecą słabiej niż pozostałe, gdyż są połączone szeregowo i płynię przez nie prąd o mniejszym natężeniu. Również spora część konkursowiczów uznała, że najjaśniejszą świecą żarówka znajdująca się najbliższej źródła prądu. Sytuacja taka miałaby miejsce, gdyby przewody posiadały niezerowy opór.

■ **22. Odpowiedź A.** Żarówka 1 jest połączona szeregowo z resztą układu, więc to właśnie jej przepalenie spowoduje przerwanie obwodu elektrycznego. Gdyby przepalona była którakolwiek (ale tylko jedna) z żarówek 2 i 3, to pozostałe (połączone szeregowo) świeciłyby jednakowo jasno.

■ **23. Odpowiedź C.** Metoda I: Pojazdy ponownie zrównają się, gdy przebędą równe drogi. Miarą drogi przebytej przez ciało jest pole powierzchni pod wykresem zależności wartości prędkości od czasu. Przedłużając wykresy prędkości ciał zauważymy, że pole prostokąta i pole trójkąta będą jednakowe, gdy $t = 120$ s.



Metoda II: Pojazdy ponownie zrównają się, gdy ich średnie prędkości będą równe. W ruchu jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej średnia prędkość jest równa połowie prędkości końcowej. A zatem pojazdy zrównają się, gdy prędkość pojazdu (1) będzie równa 20 m/s.

■ **24.** Wartość siły wyporu jest proporcjonalna do objętości zanurzonej części bryły. Największą siłą wyporu działa więc na bryłę o największej objętości. Objętości brył wynoszą: kuli $\frac{4}{3} \pi r^3$, walca πr^3 , sześcianu r^3 . Największą objętość spośród rozważanych brył ma kula. **Odpowiedź A.**

■ **25. Odpowiedź D.** Warto czasami zerkać na rozgwieżdżone niebo.

■ **26.** Udzielenie poprawnej odpowiedzi wymagało wykonania kilku prostych rachunków – przeliczenia podanych dystansów na te same jednostki. **Odpowiedź B.**

■ **27.** Czas mijania się pociągów (obliczony w układzie odniesienia związanym z jednym z nich) jest równy $200 \text{ m}/(20 \text{ m/s}) = 10$ s. Prędkość samochodu względem wyprzedzanego pociągu ma wartość $12 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, a zatem czas wyprzedzania pociągu przez samochód wynosi $100 \text{ m}/(2 \text{ m/s}) = 50$ s. **Odpowiedź C.**

■ **28. Odpowiedź E.** Pojazd (2) wyruszył później niż (1), więc wykres $x(t)$ dla pojazdu (2) jest przesunięty w prawo względem wykresu dla pojazdu (1). Pojazd (3) porusza się w przeciwnym kierunku, więc jego położenie x maleje z czasem.

■ **29.** Najpierw przeanalizujemy ruch rowerzysty 3. $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, więc podczas rozpędzania rowerzysty ten przebył drogę $\frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s} \cdot 1800 \text{ s} = 9 \text{ km}$. Skoro był to półmetek, to drugą połowę drogi przebył w czasie $9 \text{ km}/(10 \text{ m/s}) = 900$ s. Przejechanie całej trasy zajęło mu więc 2700 s.

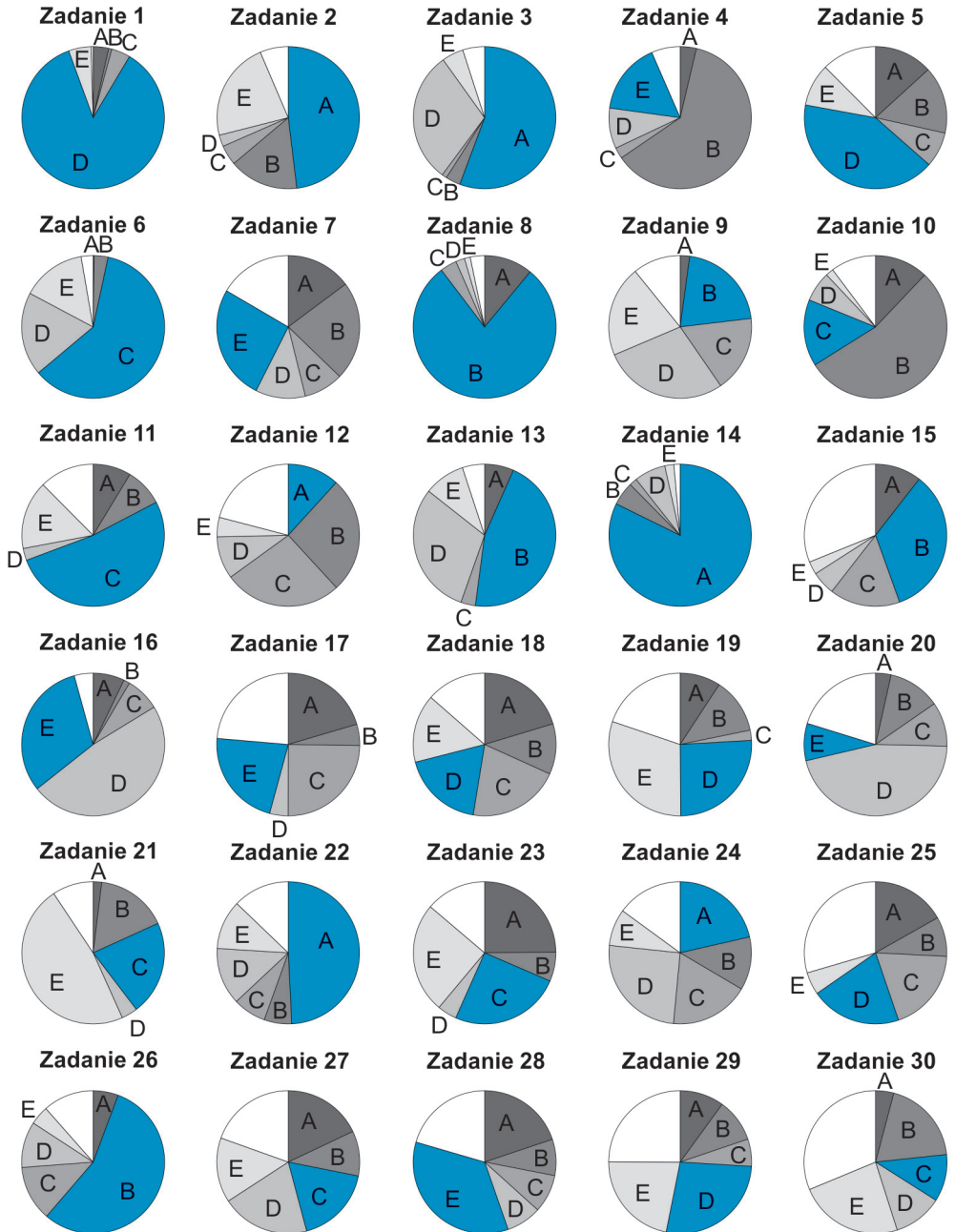
Rowerzysty 1 całą wyznaczoną trasę przebył ze stałą szybkością, co zajęło mu $18 \text{ km}/(5 \text{ m/s}) = 3600$ s.

Rowerzysty 2 na pokonanie trasy potrzebował natomiast $18 \text{ km}/(12 \text{ m/s}) = 1500$ s. Doliczając czas postoju 1800 s otrzymujemy łączny czas podróży 3300 s. **Odpowiedź D.**

■ **30.** Odpowiedzi A i B są błędne, gdyż doprowadzenie do zamarznięcia lub skroplenia wymaga pobrania ciepła, a nie jego dostarczenia. Aby ustalić, która z pozostałych odpowiedzi jest prawidłowa, należało obliczyć ciepła dostarczone w rozważanych procesach. Wyparowanie 1 kg wody o temperaturze wrzenia wymaga dostarczenia 2,27 MJ energii. Procesy rozważane w odpowiedzi D wymagają łącznie $1 \text{ kg} \cdot 332 \text{ kJ/kg} + 1 \text{ kg} \cdot 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 10 ^\circ\text{C} = 373,9 \text{ kJ}$.

Procesy rozważane w odpowiedzi E wymagają natomiast $0,5 \text{ kg} \cdot 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 100 ^\circ\text{C} + 0,5 \text{ kg} \cdot 2270 \text{ kJ/kg} = 1344,5 \text{ kJ}$. Prawidłowa jest zatem **odpowiedź C.**

Klasy 1–2 gimnazjum



Klasy 3 gimnazjum

■ **1. Odpowiedź B.** Warto sprawdzić to samodzielnie, doświadczalnie za pomocą wklęsłego lusterka kosmetycznego. Spora część konkursowiczów zaznaczyła odpowiedź C (zwierciadło wypukłe), a przecież takie zwierciadło zawsze „daje” obraz prosty. Można to sprawdzić chociażby obserwując odbicie od bańki na choince lub wypukłej strony wypolerowanej łyżki do zupy!

■ **2.** $1 \text{ dm} = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$, a zatem $1 \text{ dm}^2 = (100 \text{ mm})^2 = 10\,000 \text{ mm}^2$, czyli **odpowiedź E.**

■ **3.** Zadanie dość łatwe – zdecydowana większość uczestników konkursu zaznaczyła prawidłową **odpowiedź C.**

■ **4. Odpowiedź C.** Warto czasami zerkać na rozgwieżdżone niebo.

■ **5.** Wrzenie to gwałtowne parowanie (zmiana stanu skupienia z cieczy na gaz) zachodzące nie tylko na powierzchni cieczy, ale również w całej jej objętości. **Odpowiedź D.**

■ **6.** Jeżeli wszystkie żarówki są sprawne, to żarówka 1 świeci jaśniej od pozostałych żarówek, gdyż płynie przez nią prąd o większym natężeniu. Jeżeli przepaleniu ulegnie żarówka 1, to wszystkie żarówki zgasną. Jeżeli przepali się żarówka 2 albo 3 (tylko jedna z nich), to pozostałe żarówki utworzą połączenie szeregowe i będą świecić jednakowo jasno, z tym, że żarówka 1 słabiej niż przed przepaleniem, a żarówka 2 lub 3 jaśniej niż przedtem. **Odpowiedź E.**

■ **7.** Po zbliżeniu dodatnio naelektryzowanej pałeczki do uziemionej kuli pewna ilość elektronów przepłynie przez uziemienie do kuli, co spowoduje jej ujemne naelektryzowanie. Po odsunięciu pałeczki, elektrony wróciłyby z powrotem i kulka nie byłaby naelektryzowana. Jeśli jednak przed odsunięciem pałeczki usnąć uziemienie, to elektrony pozostaną na kuli. **Odpowiedź D.**

■ **8.** Warto śledzić „wieści z kosmosu”. **Odpowiedź D.**

■ **9.** Żarówki 1 i 2 są podłączone „normalnie” do źródła prądu, więc płynie przez nie prąd (o tym samym natężeniu). Cały układ jest symetryczny lewo–prawy względem gałęzi z baterią, więc przez żarówkę 3 nie płynie prąd w żadną stronę. **Odpowiedź D.**

■ **10.** Metoda I: na podstawie definicji oporu elektrycznego:

$$[\Omega] = \frac{[U]}{[I]} = \frac{\text{V}}{\text{A}} = \frac{\text{J/C}}{\text{A}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{A} \cdot \text{C}} =$$

$$= \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{A} \cdot \text{A} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^3}.$$

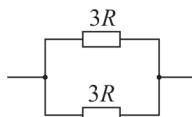
Metoda II: korzystając ze wzoru na moc $P = I^2 \cdot R$:

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

Odpowiedź B.

■ **11. Odpowiedź A.** Za odczucia zmiany ciężaru pasażera w windzie przyspieszającej lub zwalniającej odpowiedzialna jest siła bezwładności (patrz zad. 14 dla klas 1 i 2 gimnazjum).

■ **12.** Opór zastępczy trzech oporników połączonych szeregowo wynosi $R+R+R = 3R$, a równoważny układ wygląda następująco:



Opór zastępczy tego połączenia równoległego można obliczyć z równania:

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{3R} = \frac{2}{3R}.$$

A więc $R_z = 3/2 R$. **Odpowiedź C.**

■ **13.** Masa jednorodnej kuli jest wprost proporcjonalna do objętości, a ta z kolei jest proporcjonalna do trzeciej potęgi promienia. Zatem masa materiału usuniętego stanowi $1/8$ masy kuli. Ale w zadaniu pytano o stosunek masy materiału usuniętego do masy kuli PO wydrążeniu. **Odpowiedź C.**

■ **14. Odpowiedź E.** Pojazd (2) wyruszył później niż (1), więc wykres $x(t)$ dla pojazdu (2) jest przesunięty w prawo względem wykresu dla pojazdu (1). Pojazd (3) porusza się w przeciwnym kierunku, więc jego położenie x maleje z czasem. Ponadto pojazd ten początkowo spoczywa ($x = const.$), więc część wykresu położenia jest odcinkiem równoległym do osi czasu.

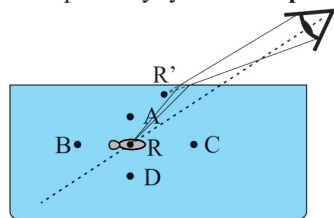
■ **15.** Siła tarcia działa równoległe do powierzchni stykających się ciał. W przypadku ciała spoczywającego na równi pochyłej siła tarcia statycznego równoważy składową styczną siłę ciężkości. **Odpowiedź B.**

■ **16.** Na pierwszy rzut oka wydawać by się mogło, że ciężar 4 kulek w górnej warstwie rozkłada się po równo na 9 dolnych kul i rozważana siła ma wartość $4/9 mg$. W rzeczywistości ciężar każdej z kul w górnej warstwie rozkłada się po równo na 4 stykające się z nią dolne kule. Pionowa składowa siły nacisku jednej górnej kuli na jedną dolną kulę ma więc wartość $1/4 mg$, a więc wypadkowa siła nacisku 4 górnych kul na środkową kulę w dolnej warstwie wynosi mg . **Odpowiedź B.**

■ **17.** Jeśli stoimy blisko lustra tak, że widzimy obraz prosty, to odbicie macha do nas lewą ręką (jak w zwykłym, płaskim lustrze). Jeśli stoimy daleko od lustra, to widzimy obraz odwrócony, ale zarówno zamienione są strony prawa i lewa, jak i góra – dół. A więc widzimy obraz obrocony o 180° wokół osi zwierciadła. A Odbicie macha do nas również lewą ręką. **Odpowiedź B.**

■ **18.** W wyniku zjawiska załamania światła przy przejściu z wody do powietrza zmienia się kierunek, w którym widać przedmiot znajdujący się pod wodą. Ponadto przedmiot

wyduje się być bliżej nas. Efekt ten można zaobserwować, gdy patrzymy na dno zbiornika – zbiornik wydaje się płytszy niż jest w rzeczywistości. Bieg promieni światła i powstawanie obrazu ryby (w punkcie R') przedstawia poniższy rysunek. **Odpowiedź E.**



■ **19.** Masa naczynia z cieczą jest równa sumie masy pustego naczynia (oznaczymy m_0) i masy cieczy równej $\rho V = \rho Sh$, gdzie $S = \pi r^2$ to pole podstawy naczynia, a h wysokość cieczy. A zatem $m = m_0 + \pi \rho r^2 h$, czyli masa naczynia rośnie liniowo z wysokością h . Szybkość wzrostu zależy od wartości współczynnika $\pi \rho r^2$, a najmniejszy promień podstawy ma zbiornik dla którego wykres rośnie najmniej stromo. **Odpowiedź B.**

■ **20.** Żelazny klocek ulegnie namagnesowaniu w kierunku zgodnym z kierunkiem pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy, a więc biegun N po lewej stronie, a S po prawej. Tak wytworzony magnes będzie dodatkowo przyciągał magnesy stałe. **Odpowiedź E.**

■ **21.** Tutaj trzeba obliczyć rozważane ciśnienia: $p_A = 1025 \text{ hPa}$,
 $p_B = p_{\text{atm}} + \rho_{\text{wody}} gh \approx 2025 \text{ hPa}$,
 $p_C = F/S = \rho_{\text{olowiu}} ga = 1134 \text{ hPa}$,
 $p_D = F/S = 100 \text{ MPa}$,
 $p_E = F/S = 10 \text{ kPa}$.
Odpowiedź D.

■ **22.** Wzmocnienie dźwięku zajdzie, gdy w części rury nad wodą powstanie fala stojąca, której węzeł znajduje się przy powierzchni wody, a strzałka przy brzegu rury. Podana odległość tych miejsc (19 cm) stanowi ćwiartkę długości fali. Częstotliwość drgań można obliczyć ze wzoru $f = v_p / \lambda$. **Odpowiedź A.**

■ 23. Współczynnik załamania światła dla wody wynosi 1,33, a więc w wodzie światło rozchodzi się około 1,33 razy wolniej niż w powietrzu. **Odpowiedź D.**

■ 24. Najpierw obliczymy opory zastępcze poszczególnych gałęzi, idąc od góry: $3/2 R$, $2R$, R , a następnie opór zastępczy całego układu: $R_z = 6/13 R$. Napięcie źródła jest zatem równe $6/13 RI_0$. Natężenia prądów płynących przez oporniki wynoszą:

$$I_3 = (6/13 RI_0)/(3/2 R) = 4/13 I_0 > 1/4 I_0,$$

$$I_1 = I_2 = 1/2 I_3 = 2/13 I_0 < 1/4 I_0,$$

$$I_4 = I_5 = (6/13 RI_0)/(2 R) = 3/13 I_0 < 1/4 I_0,$$

$$I_6 = (6/13 RI_0)/R = 6/13 I_0 > 1/4 I_0.$$

Odpowiedź C.

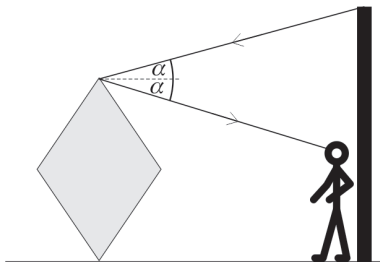
■ 25. Najmniejsze napięcie podłączono do tego układu, którego opór zastępczy jest również najmniejszy. **Odpowiedź E.**

■ 26. Najpierw przeanalizujemy ruch rowerzysty (3). $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, więc podczas rozpędzania rowerzysta ten przebył drogę $1/2 \cdot 10 \text{ m/s} \cdot 1800 \text{ s} = 9 \text{ km}$. Skoro był to półmetek, to drugą połowę drogi przebył w czasie $9 \text{ km}/(10 \text{ m/s}) = 900 \text{ s} = 15 \text{ min}$. Przejechanie całej trasy zajęło mu 45 min. Rowerzysta (1) całą trasę przebył ruchem jednostajnym, co zajęło mu $18 \text{ km}/(5 \text{ m/s}) = 3600 \text{ s} = 60 \text{ minut}$.

Rowerzysta (2) na pokonanie trasy potrzebował $18 \text{ km}/(12 \text{ m/s}) = 1500 \text{ s} = 25 \text{ minut}$. Łatwo obliczamy różnice czasów.

Odpowiedź C.

■ 27. Aby chłopiec mógł zobaczyć odbicie wierzchołka słupa, górny wierzchołek lustra musi sięgać na wysokość co najmniej 2,5 m i taką właśnie minimalną długość powinna mieć jego przekątna. **Odpowiedź C.**



■ 28. Na jednorodną kulę pływającą zanurzoną w cieczy do połowy działają dwie siły: siła ciężkości o wartości

$$F_c = mg = \rho_k gV$$

i siła wyporu cieczy o wartości

$$F_w = \rho_c g \frac{1}{2} V,$$

gdzie ρ_k to gęstość kuli, a ρ_c to gęstość cieczy. Siły te równoważą się, więc $\rho_k = \frac{1}{2} \rho_c$. Po wydrążeniu kuli o promieniu $r/2$ objętość materiału wynosi $7/8$ objętości pełnej kuli, a ciężar kuli ma wartość

$$F_c = \frac{7}{8} \rho_k gV.$$

W stanie równowagi równoważą się siła ciężaru oraz siła wyporu, a zatem

$$\rho_c g V_{\text{zan}} = \frac{7}{8} \rho_k gV,$$

gdzie V_{zan} to objętość zanurzonej części kuli.

Tak więc $V_{\text{zan}} = \frac{7}{16} V$. **Odpowiedź B.**

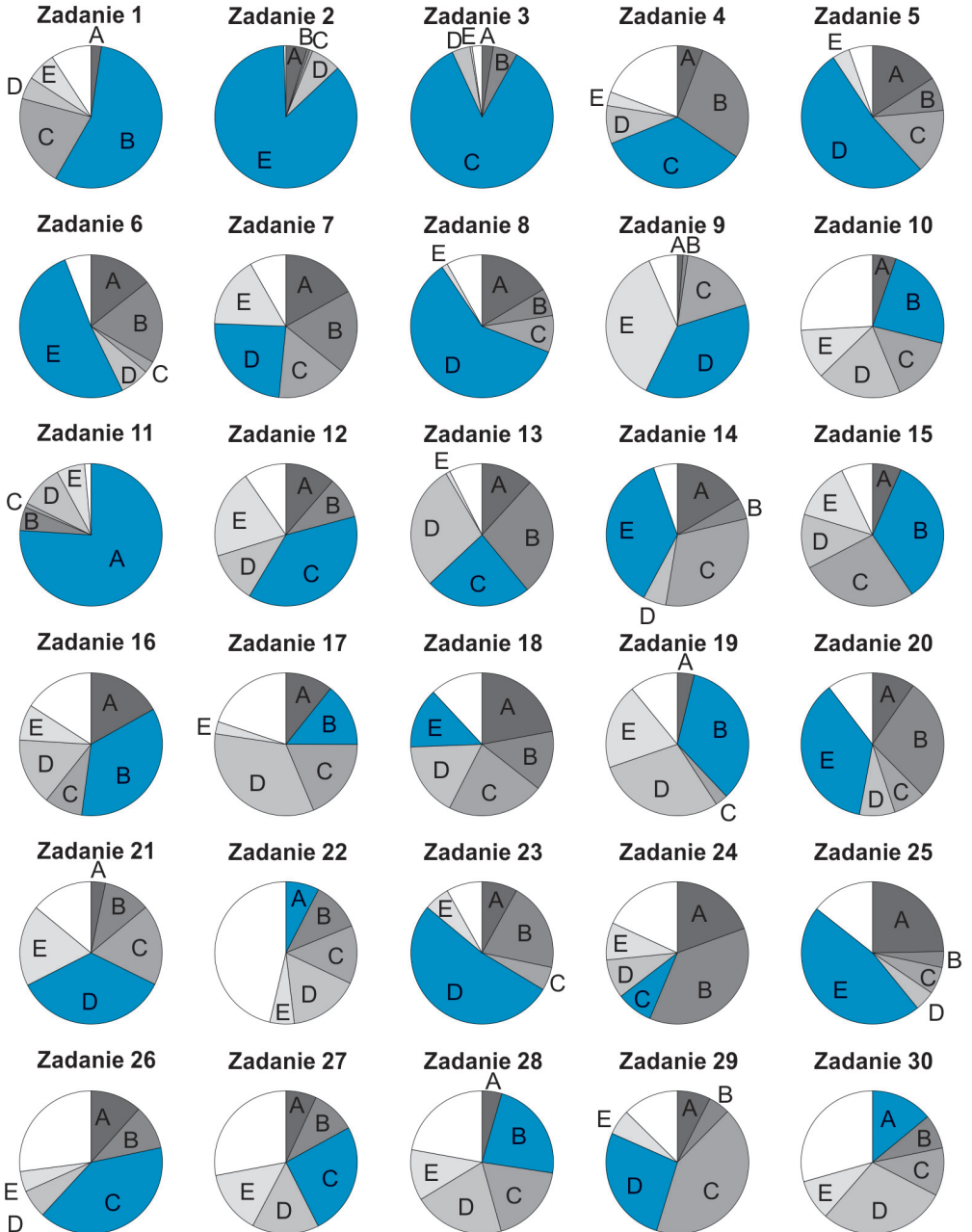
■ 29. Podczas spadania ciała zwiększa się jego prędkość, a zatem rośnie też siła oporu. Wypadkowa siła działająca na ciało nie jest stała, a więc ciało porusza się ruchem niejednostajnie przyspieszonym. Jeśli spадanie trwa dostatecznie długo, to ciało osiągnie taką prędkość, przy której siła oporu zrównoważy siłę ciężkości. **Odpowiedź D.**

■ 30. Wypadkowa zdolność skupiająca układu stykających się soczewek jest sumą zdolności skupiających tych soczewek. Wiązka promieni równoległych pozostanie równoległa po przejściu przez soczewkę, jeśli jej zdolność skupiająca będzie równa zero, co prowadzi do równania

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{f} + \frac{1}{f_2} = 0,$$

którego rozwiązaniem jest $f_2 = -f/2$, **odpowiedź A.**

Klasy 3 gimnazjum



Klasy I liceum i technikum

■ 1. W statku krążącym po orbicie panuje stan nieważkości. **Odpowiedź A.** Pamiętajmy, że wcale nie oznacza to, że na łwice nie działa siła grawitacji!

■ 2. Łączna objętość kropli jest równa objętości wody w deszczomierzu i jest wprost proporcjonalna do pola powierzchni dna naczynia, więc nie trzeba jej znać, można przyjąć np. rozważaną powierzchnię 1 m^2 .
 $1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ mm} = 1\,000\,000 \text{ mm}^3$.

Odpowiedź C.

■ 3. Przy braku oporu powietrza kamyczki spadają poruszając się ruchem jednostajnie przyspieszonym, w którym przebyta droga jest wprost proporcjonalna do kwadratu czasu ruchu. A zatem czas spadania jest proporcjonalny do pierwiastka kwadratowego z wysokości początkowej. **Odpowiedź B.**

■ 4. Najbardziej popularna była odpowiedź wskazująca na okolice bieguna północnego, a prawidłowa jest **odpowiedź D.**

Na zdjęciu widać jasne łuki zatoczone przez gwiazdy w wyniku obrotu Ziemi. Wspólny środek okręgów, których częściami są wspomniane łuki, wyznacza oś obrotu Ziemi i leży nisko nad horyzontem. A zatem zdjęcie zostało zrobione w pobliżu równika w kierunku któregoś z biegunów. Biegunem tym nie jest biegun północny, gdyż w tym wypadku w środku okręgów byłaby wyraźnie widoczna Gwiazda Polarna.

■ 5. Należało sprawdzić, który z podanych wzorów jest prawdziwy dla par odczytów: $x_A=0$ i $x_B=20$ oraz $x_A=15$ i $x_B=50$. **Odpowiedź D.**

■ 6. Metoda I: na podstawie definicji oporu elektrycznego:

$$[\Omega] = \frac{[U]}{[I]} = \frac{V}{A} = \frac{J/C}{A} = \frac{N \cdot m}{A \cdot C} =$$

$$= \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{A} \cdot \text{A} \cdot \text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^3}.$$

Metoda II: korzystając ze wzoru na moc $P = I^2 \cdot R$:

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

Odpowiedź B.

■ 7. Gdy wszystkie wymiary mydła maleją do połowy, pozostała objętość mydła stanowi 1/8 objętości początkowej, a więc mydła wystarczy na dwa dni. **Odpowiedź E.**

■ 8. Kulka jest w równowadze, gdyż działające na nią siły: ciężaru i wyporu, równoważą się. Gdy szklanka porusza się ruchem przyspieszonym z przyspieszeniem o wartości a , to na kulkę działa dodatkowo siła bezwładności o wartości $m \cdot a$, natomiast siła wyporu równa ciężarowi wypartej cieczy, również zmienia się liniowo z wartością przyspieszenia a . W rezultacie we wzorach na wartości siły ciężaru kulki i siły wyporu zamiast przyspieszenia ziemskiego g należy podstawić $g \pm a$ (znak zależy od zwrotu przyspieszenia szklanki). Niezależnie od wartości przyspieszenia wartości sił pozostają równe. **Odpowiedź B.**

■ 9. Pojemnik zatonie, gdy łączny ciężar pojemnika i znajdującego się w nim gazu przekroczy wartość maksymalnej siły wyporu działającej na pojemnik, czyli gdy masa wpompowanego gazu przekroczy pewną wartość graniczną. Aby pojemnik zatonął, można więc wpompować do niego dowolny gaz, ale w odpowiedniej ilości (masie). **Odpowiedź D.**

■ 10. Zadanie z haczykiem, wiele osób dało się nabrać. Pytano o liczbę jąder atomowych w bryłce, bez wyszczególnienia pierwiastka czy izotopu, a więc o łączną liczbę jąder atomowych wszystkich pierwiastków, a ta w wyniku rozpadu β nie ulega przecież zmianie. **Odpowiedź A.**

■ 11. Przesunięcie lustra o odległość x w lewo (w stronę punktu P) spowoduje, że położony symetrycznie względem lustra obraz P' również przemieści się w lewo o odległość x względem lustra, a więc o odległość $2x$ względem spoczywającego Lwiątka. Obraz P' pozostanie zatem w spoczynku, gdy to Lwiątko w tym czasie przesunie się o $2x$ w lewo. **Odpowiedź C.**

■ 12. Pocisk spadł za horyzontem, a więc trzeba przyjąć, że poruszał się w centralnym polu grawitacyjnym (a nie w jednorodnym). Torem ruchu ciała rzuconego w polu centralnym może być któraś z krzywych stożkowych. Skoro ciało spadło z powrotem na powierzchnię Księżyca, to znaczy, że poruszało się po elipsie, w ognisku której znajdował się środek Księżyca. **Odpowiedź B.**

■ 13. Ziemia obraca się z zachodu na wschód. Punkt na szczycie wieży ma większą prędkość liniową niż punkty na powierzchni Ziemi a zatem spadający kamień „wyprzedza” obracającą się Ziemię. **Odpowiedź B.** Taki zakrzywiony ruch ciała poruszającego się w obracającym się układzie odniesienia można matematycznie, formalnie tłumaczyć występowaniem tzw. przyspieszeniem Coriolisa.

■ 14. Gdy spirale połączone szeregowo i taki układ podłączono do sieci, to napięcie na każdej spirali jest równe połowie napięcia sieci. Znajac wórn ma moc wydzielaną na oporniku $P=U \cdot I=U^2/R$ łatwo jest zauważyć, że moc każdej spirali to 100 W. **Odpowiedź A.**

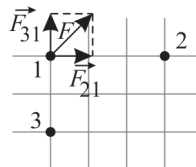
■ 15. Układ jest w stanie równowagi, a więc siły działające na każde ciało równoważą się. Na klocek po prawej stronie działa zwrócona pionowo w dół siła ciężkości o wartości $2mg$, więc lina działa na ten klocek do góry siłą o tej samej wartości. Taką samą wartość ma siła naciągu górnej części liny, której trzyma się małpa. Z kolei ciężar lewego klocka „rozkłada się” po równo (po mg) na obie trzymające bloczek liny. Ciężar małpy też musi wynosić mg . **Odpowiedź C.**

■ 16. Skoro na zdjęciu tło wyszło ostre, to znaczy, że aparat fotograficzny nie poruszał się. Dlatego też dyliżans wyszedł rozmyty. Toczenie się koła można rozważać na dwa sposoby: jako złożenie ruchu postępowego i ruchu obrotowego wokół osi koła lub jako obrót koła wokół punktu jego styku z podłożem (tzw. chwilowa oś obrotu). W zadaniu tym przydatne będzie to drugie podejście. Punkty znajdujące się dalej od osi obrotu mają większą prędkość liniową niż punkty znajdujące się bliżej. Im większa wartość prędkości punktu, tym bardziej jest on rozmyty na zdjęciu. **Odpowiedź E.** Zjawisko to można samodzielnie zaobserwować robiąc zdjęcie koła jadącego roweru.

■ 17. Na łuku AB kulka nie oderwie się od pętli, gdyż jest do niej dociskana własnym ciężarem (a właściwie pewną jego składową). Jeżeli ma za małą prędkość, to po prostu zatrzyma się i zacznie staczać w kierunku punktu A.

Kulka może oderwać się od toru na łuku BC, jeśli ma za małą prędkość. Najbardziej newralgicznym punktem toru jest punkt C. Jeżeli kulka do niego dotrze, to dalszą część toru pokona przylegając do toru. **Odpowiedź B.**

■ 18. Siłę F należy rozłożyć na składowe wzdłuż kierunków łączących ładunek 1 z ładunkami 2 i 3.



Składowa F_{31} ma zwrot w stronę od ładunku 3, więc ładunek 1 ma ten sam znak, co ładunek 3, czyli (+). Z kolei składowa F_{21} ma zwrot w stronę ładunku 2, więc jest to ładunek ujemny. **Odpowiedź C.**

■ 19. Linie Fraunhofera to ciemne linie widoczne w widmie Słońca związane z absorpcją światła przez pierwiastki, znajdujące się w wyższych warstwach tej gwiazdy oraz przez tlen w atmosferze ziemskiej. **Odpowiedź B.**

■ **20.** Jeden ze sposobów odróżnienia kuli polega na wyznaczeniu ich gęstości. Do tego potrzebna jest waga (lub siłomierz) oraz wyskalowana menzurka do pomiaru objętości. Oczywiście trzeba zmierzyć objętość samego materiału (bez wydrążenia), co jest niemożliwe bez zrobienia w kuli dziury. Tak więc bardzo „popularne” odpowiedzi A i B są błędne.

Kule mają taką samą masę i taki sam promień zewnętrzny lecz różnią się gęstością materiału, z którego zostały wykonane. Muszą zatem różnić się promieniem wewnętrznym, a więc również momentem bezwładności. Kula wykonana z materiału o większej gęstości będzie miała cieńszą ściankę (większy promień wewnętrzny), a więc i większy moment bezwładności, i będzie się staczała z równi z mniejszym przyspieszeniem. **Odpowiedź D.**

■ **21.** Gdy suwak potencjometru znajdzie się w skrajnym lewym położeniu, to opór elektryczny pomiędzy zaciskami potencjometru będzie wynosił zero, przez co opór zastępczy układu wyniesie R .

W prawym skrajnym położeniu suwaka potencjometru jego opór wynosi R , a więc opór zastępczy układu to $3/2 R$. Te dwie skrajne wartości oporu determinują zakres natężenia prądu płynącego w obwodzie. **Odpowiedź C.**

■ **22.** Lwiątkowicze na tym poziomie najczęściej wybierali odpowiedź E, najwidoczniej stosując prawo połowicznego rozpadu ($2^{10} = 1024$). Odpowiedź ta byłaby poprawna, gdyby rozważać odizolowaną porcję radu. Ale takie rozwiązanie nie może być poprawne, bo od powstania Ziemi upłynęło ponad 4 miliardy lat, a więc ponad 2,5 miliona okresów połowicznego rozpadu radu. Po to, by do dziś pozostał chociaż 1 gram tego pierwiastka (a wiadomo, że Maria Curie-Skłodowska wydzieliła go więcej), na początku musiałyby go być $2^{2500000} \cdot 0,001 \text{ kg} \approx 10^{752572} \text{ kg}$, podczas gdy cała Ziemia nie waży nawet 10^{25} kg . Rad w ogóle występuje w przyrodzie tylko dzięki temu, że stale powstaje podczas rozpadu uranu Kluczowe znaczenie ma tutaj fakt, że czas połowicz-

nego rozpadu uranu jest znacznie dłuższy zarówno od czasu połowicznego rozpadu radu, jak i od rozważanego czasu 16 000 lat. W tym czasie aktywność uranu jest praktycznie stała, więc rad jest ze stałą szybkością „uzupełniany”, a jego ilość jest w przybliżeniu stała. **Odpowiedź B.**

Dla tych, którzy chcą wiedzieć więcej: Średnia liczba rozpadów na sekundę jest wprost proporcjonalna do początkowej liczby jąder pierwiastka, a odwrotnie proporcjonalna do okresu połowicznego rozpadu. Gdy radu jest mało, szybciej go przybywa niż ubywa, gdy dużo – na odwrót. W ten sposób ustala się równowaga, w której, w jednostce czasu, tyle samo jąder radu rozpada się, ile ich przybywa.

■ **23.** Bryłka lodu pływa zanurzona tak, że ciężar bryłki jest równoważony siłą wyporu równą co do wartości ciężarowi wypartej wody. A zatem objętość wody powstałej po stopieniu lodu jest dokładnie równa objętości wypartej wody. Tak więc poziom wody w naczyniu 1 po stopieniu lodu nie zmienia się.

W naczyniu 2 bryłka lodu również pływa, ale zanurzona część ma mniejszą objętość niż w naczyniu 1, z czego wynika, że ciecz 2 ma więc gęstość większą od gęstości wody. A zatem woda powstała po stopieniu lodu będzie miała większą objętość od wypartej cieczy. Poziom cieczy podniesie się.

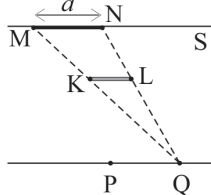
Natomiast poziom cieczy w naczyniu 3 po stopieniu lodu obniży się, co wynika z faktu, że gęstość wody jest większa od gęstości lodu (woda powstała po stopieniu lodu ma objętość mniejszą niż bryłka lodu).

Odpowiedź E.

■ **24.** Ciśnienie wywierane na powierzchnię stołu przez walec o wysokości h wyraża się tym samym wzorem, co ciśnienie hydrostatyczne, $p = \rho gh$. Punkty 3 i 4 na wykresie odpowiadają więc najniższym walcom: A i B. Walec B ma większą objętość niż walec A, czyli ma większą masę. **Odpowiedź B.**

■ **25.** Woda jest nieściśliwa, więc w danym przedziale czasu tyle samo (masa, objętość) wody dopływa do „węzła”, co z niego wypływa, analogicznie do I prawa Kirchhoffa dla obwodów elektrycznych. Zadanie wymaga zatem obliczenia szybkości (objętość/czas) przepływu wody przez rury albo ilości wody dopływającej do „węzła” w danym czasie, np. 1 s. Rurą 1 dopływa wtedy $\pi (10 \text{ cm})^2 4 \text{ cm} = 400\pi \text{ cm}^3$ wody, a rurą 2: $\pi (15 \text{ cm})^2 16 \text{ cm} = 3600\pi \text{ cm}^3$, czyli razem $4000\pi \text{ cm}^3$. A zatem w rurze 3 woda w ciągu 1 s przebędzie drogę $4000\pi \text{ cm}^3 / [\pi (20 \text{ cm})^2] = 10 \text{ cm}$. **Odpowiedź A.**

■ **26.** W tym zadaniu należało wykazać się wiedzą z zakresu geometrii, a konkretnie podobieństwa trójkątów.



Płytką jest równoległa do ekranu, więc trójkąty: QKL i QMN są podobne, niezależnie od położenia punktu Q znajdującego się na prostej równoległej do ekranu. Skala podobieństwa jest równa stosunkowi odległości prostej płytki od prostej PQ do odległości ekranu od tej prostej. Długość cienia płytki (i analogicznie jego wysokość) jest zatem stała i równa a . **Odpowiedź B.**

■ **27.** W pojedynczym rozpadzie α liczba masowa zmniejsza się o 4, a w wyniku rozpadu β nie zmienia się, a zatem w wyniku ciągu tych rozpadów liczba masowa może zmienić się tylko o całkowitą wielokrotność liczby 4 (z tego powodu istnieją 4 szeregi promieniotwórcze). **Odpowiedź D.**

■ **28.** Przy prostopadłym odbiciu fotonu od lusterka pęd fotonu zmienia się na przeciwny, a więc wartość zmiany pędu jest równa podwojonej wartości pędu fotonu,

$$\Delta p = 2 \frac{h}{\lambda} = 2 \frac{h\nu}{c} = \frac{2E}{c},$$

gdzie E to energia pojedynczego fotonu.

Zgodnie z II i III zasadą dynamiki, podczas odbicia fotonu na lustro działa siła

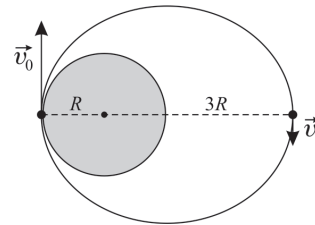
$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t},$$

gdzie Δt to czas trwania „zderzenia” fotonu z lustrem. Czas ten nie jest znany i raczej trudny do obliczenia, lecz i tak nie jest potrzebny, gdyż za Δt należy podstawić czas pomiędzy odbiciami fotonów (siła się „uśrednia”). Moc światła $P = E/\Delta t$, więc $\Delta t = E/P$. Wartość siły działającej na lustro wyraża się zatem wzorem

$$F = \frac{2P}{c}.$$

Stąd już łatwo otrzymać **odpowiedź C.**

■ **29.** Zadanie za 5 punktów, więc nie można się dziwić, że wcale nie łatwe.



W ruchu ciała o masie m i prędkości początkowej v_0 wokół planety o masie M i promieniu R zachowana jest zarówno energia układu

$$\frac{mv_0^2}{2} - G \frac{Mm}{R} = \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{3R},$$

jak i moment pędu ciała

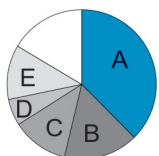
$$mv_0 R = mv 3R.$$

Rozwiązanie układu równań prowadzi do szukanego wzoru na v_0 . **Odpowiedź C.**

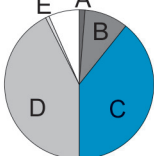
■ **30.** Górowanie Słońca w zenicie występuje tylko dla miejsc znajdujących się pomiędzy zwrotnikami. Lwiątko, które idą wzdłuż równika, mogą zobaczyć w dowolnym miejscu swojej wędrówki Słońce w zenicie w dniu równonocy. Natomiast lwiątko, które poszły na północ i na południe nie zobaczą Słońca w zenicie, gdy wyjdą poza strefę międzyzwrotnikową. **Odpowiedź D.**

Klasy I liceum i technikum

Zadanie 1



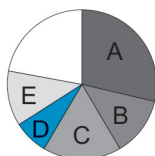
Zadanie 2



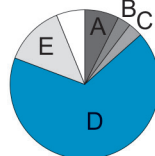
Zadanie 3



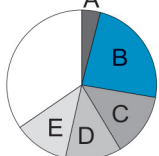
Zadanie 4



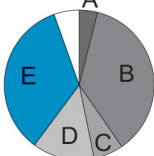
Zadanie 5



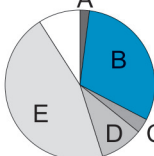
Zadanie 6



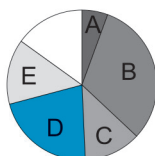
Zadanie 7



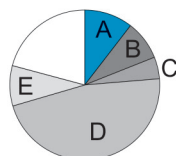
Zadanie 8



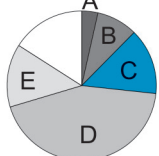
Zadanie 9



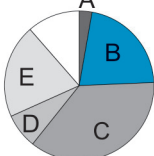
Zadanie 10



Zadanie 11



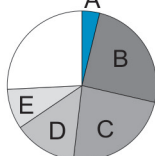
Zadanie 12



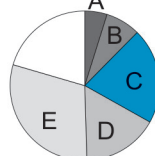
Zadanie 13



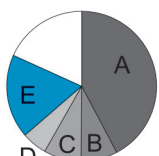
Zadanie 14



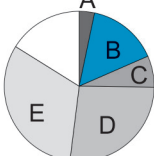
Zadanie 15



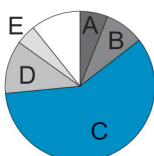
Zadanie 16



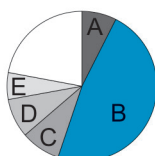
Zadanie 17



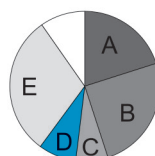
Zadanie 18



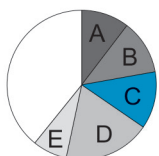
Zadanie 19



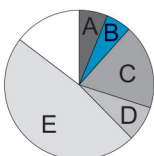
Zadanie 20



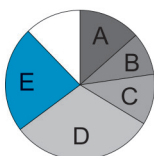
Zadanie 21



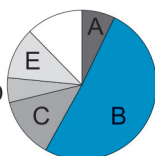
Zadanie 22



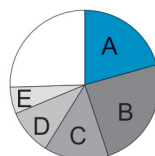
Zadanie 23



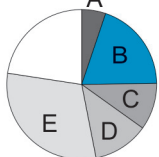
Zadanie 24



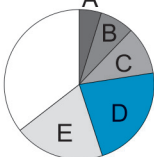
Zadanie 25



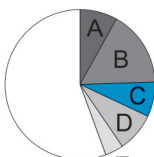
Zadanie 26



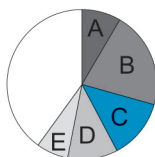
Zadanie 27



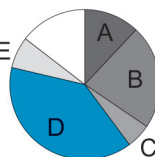
Zadanie 28



Zadanie 29



Zadanie 30



Klasy II liceum i technikum

- **1.** W stacji kosmicznej krążącej po orbicie panuje stan nieważkości. (Pamiętajmy, że wcale nie oznacza to, że na Lwiątko nie działa siła grawitacji!) Nie ma więc siły, która dociskałaby Lwiątko do wagi sprężynowej, waga wskazuje zero. Natomiast wskazanie wagi szalkowej nie jest jednoznaczne – waga (dźwignia dwustronna) pozostaje w równowadze niezależnie od masy ciężarków położonych na szalce. **Odpowiedź A.**
- **2.** Gdy wszystkie wymiary mydła maleją do połowy, pozostała objętość mydła stanowi $1/8$ objętości początkowej, a więc mydła wystarczy na dwa dni. **Odpowiedź E.**
- **3.** Zgodnie z odczytami wartość prędkości w ciągu każdej sekundy zwiększała się o $1,5 \text{ km/h}$ czyli o $1500 \text{ m}/3600 \text{ s}$. 1 minuta stanowi 60 s , więc $1 \text{ h} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ s} \cdot 1 \text{ h} = 1 \text{ min}^2$. **Odpowiedź D.**
- **4.** Przesunięcie lustra o odległość x w prawo (oddalenie od punktu P) spowoduje, że położony symetrycznie względem lustra obraz P' również przemieści się w prawo o odległość x względem lustra, a więc o odległość $2x$ względem spoczywającego Lwiątka. Obraz P' pozostanie zatem w spoczynku, gdy to Lwiątko w tym czasie przesunie się o $2x$ w prawo. **Odpowiedź A.**
- **5.** Najczęściej rozważany na lekcjach przypadek rzutu ukośnego, w którym torem lotu jest część paraboli, dotyczy jednorodnego pola grawitacyjnego. W przypadku tego zadania pocisk upadł za horyzontem, co jest sygnałem, że nie można użyć przybliżenia pola jednorodnego. W polu grawitacyjnym centralnym, ciała swobodne wprawione ruch poruszają się po krzywych stożkowych, np. paraboli, hiperboli lub elipsie. Skoro pocisk spadł, to znaczy, że został wystrzelony z prędkością mniejszą od drugiej prędkości kosmicznej, zatem poruszał się po elipsie. **Odpowiedź C.**
- **6.** Skoro dylizans nie był rozmyty na zdjęciu, to znaczy, że aparat fotograficzny był nieruchomy względem dylizansu. Wszystkie szprychy w kole obracają się względem dylizansu tak samo szybko, a więc są jednakowo rozmyte – im dalej od osi koła, tym bardziej rozmyte. **Odpowiedź A.**
- **7.** Pojemnik ten zatonie, gdy ciężar pojemnika wraz ze znajdującym się w nim gazie przekroczy wartość maksymalnej siły wyporu działającej na pojemnik. Aby tak się stało, masa wpompowanego gazu musi przekroczyć pewną wartość minimalną, tym większą, im większa jest objętość V . **Odpowiedź C.**
- **8.** W pojedynczym rozpadzie α liczba masowa zmniejsza się o 4, a w wyniku rozpadu β nie zmienia się, a zatem w wyniku ciągu tych rozpadów liczba masowa może zmienić się tylko o całkowitą wielokrotność liczby 4 (z tego powodu istnieją 4 szeregi promieniotwórcze). Tak więc można wyeliminować izotopy w odpowiedziach A, C i D. Izotop podany w prawidłowej **odpowiedzi B** powstaje w wyniku 7 rozpadów α i 4 rozpadów β .
- **9.** Zadanie z haczykiem, wiele osób (ponad połowa Lwiątkowiczów) dało się nabrać na błędną odpowiedź D. Pytano o masę bryłki, a nie o masę pierwiastka, którego jądra nie uległy jeszcze rozpadowi. Ulegając rozpadowi jądro pierwiastka promieniotwórczego emituje cząstkę, ale atom powstałego pierwiastka pozostaje w bryłce. Masa powstałego jądra atomowego jest trochę mniejsza od masy jądra pierwotnego. **Odpowiedź A.**
- **10.** To zadanie również okazało się trudne – prawie połowa uczniów zaznaczyła odpowiedź E (woda). Odpowiedź ta jest błędna, gdyż temperatura wrzenia ciekłego azotu (pod normalnym ciśnieniem) wynosi około $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ (77 K), czyli poniżej temperatury krzepnięcia wody, a więc na ścianie naczy-

nia może pojawić się lód, a nie ciekła woda. Spośród podanych substancji jedynie tlen ma temperaturę skraplania ($-183\text{ }^{\circ}\text{C}$) powyżej temperatury wrzenia ciekłego azotu, a temperaturę krzepnięcia ($-219\text{ }^{\circ}\text{C}$) – poniżej tej temperatury. **Odpowiedź B.**

■ 11. Kolejne – jak się okazało – trudne zadanie. Aby udzielić prawidłowej odpowiedzi, należało porównać skale czasowe związane z produkcją i rozpadem radu. Rozważany czas 16 000 lat jest znacznie (10 razy) dłuższy od okresu połowicznego rozpadu radu, a więc można uznać, że cały powstały rad ulega rozpadowi. Czas ten jest jednak znacznie krótszy od okresu połowicznego rozpadu uranu, więc produkcja radu jest w przybliżeniu stała. W takiej sytuacji ustala się stan równowagi, w którym ilość radu pozostaje stała. **Odpowiedź D.**

■ 12. Kolejne zadanie, w którym intuicja zawodzi i podpowiada odpowiedź E. Okazuje się, że aby piłeczka nie straciła styku z pętlą nie wystarczy spełnienie warunku, że energia kinetyczna w punkcie C jest niezerowa. Rozważając problem w układzie nieinercyjnym związanym z piłeczką, w punkcie C musi ona poruszać się z taką prędkością, aby wartość siły odśrodkowej była nie mniejsza niż wartość działającej na piłeczkę siły grawitacji. **Odpowiedź B.**

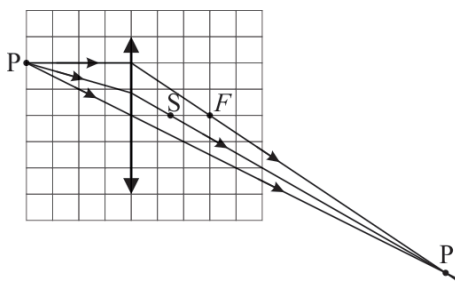
■ 13. Skoro wartości 10 jA odpowiada wartość $1 = \log 10$ na skali jB, a wartości 100 jA odpowiada wartość $2 = \log 100$ na skali jB, to znaczy, że prawidłowa jest **odpowiedź A.** Warto zauważyć, że zera skal się nie pokrywają, gdyż 0 jB odpowiada 0,1 jA.

■ 14. Zadanie, jak się okazało, dosyć proste. Z wykresu można wywnioskować, że masa walca 4 nie jest ani najmniejsza, ani największa, więc można odrzucić walce A, C i E. Spośród pozostałych, mniejszy moment bezwładności ma walec D, gdyż ma mniejszy promień. **Odpowiedź D.**

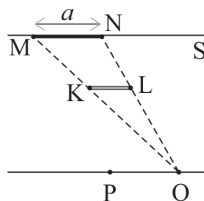
■ 15. Metoda I: Skoro przedłużenia promieni światła padających na soczewkę przecinają się w jej ognisku, to można przyjąć, że tam

właśnie znajduje się „pozorny przedmiot”. Podstawiając $x = -f$ do równania soczewki $1/x + 1/y = 1/f$ możemy obliczyć odległość y obrazu od soczewki, $y = f/2$. **Odpowiedź B.**

Metoda II polega na wyznaczeniu biegu jednego z narysowanych promieni światła po przejściu przez soczewkę. W tym celu wybieramy dowolny punkt P leżący na promieniu i traktujemy ten punkt jak źródło światła. Wykonujemy zwykłą, szkolną konstrukcję biegu promieni, co pozwala znaleźć obraz P'. Rozważany promień po przejściu przez soczewkę również przechodzi przez punkt P'. Następnie znajdujemy punkt S przecięcia tego promienia z osią optyczną soczewki. **Odpowiedź B.**



■ 16. Najpopularniejsza była odpowiedź E, niestety błędna. W tym zadaniu należało wykorzystać wiedzę z zakresu geometrii, a konkretnie podobieństwa trójkątów.



Płytką jest równoległa do ekranu, więc trójkąty: QKL i QMN są podobne, niezależnie od położenia punktu Q znajdującego się na prostej równoległej do ekranu. Skala podobieństwa jest równa stosunkowi odległości płytki od prostej PQ do odległości ekranu od tej prostej. Długość cienia płytki (i analogicznie jego wysokość) jest zatem stała i równa a . **Odpowiedź B.**

■ 17. Porównując rysunki należało zauważyć, że bryłka lodu na rysunku 2 pływa mniej zanurzona niż w wodzie (rys. 1), skąd dochodzimy do wniosku, że gęstość cieczy w szklance 2 jest większa od gęstości wody. Woda po stopieniu bryłki lodu będzie miała większą objętość niż objętość wypartej cieczy, więc najwyższy poziom cieczy (w tym przypadku wody) w szklance 2 podniesie się.

Lód ma mniejszą gęstość niż woda, a zatem objętość wody powstałej w wyniku stopnia lodu, jest mniejsza od objętości lodu. W szklance 3 poziom wody obniży się więc. **Odpowiedź C.**

■ 18. Gęstość $\rho = m/V$, jest odwrotnie proporcjonalna do objętości V , a ta z kolei w stałej temperaturze jest odwrotnie proporcjonalna do ciśnienia gazu, które można zmieniać w sposób ciągły. **Odpowiedź C.** Gęstość gazu doskonałego jest również wprost proporcjonalna do masy molowej, jednak nie jest to zależność ciągła (masa molowa przyjmuje dyskretne wartości).

■ 19. Należało wykonać rachunek jednostek. **Odpowiedź E.**

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

■ 20. Ogniskową każdej z soczewek obliczymy korzystając ze wzoru soczewkowego (tzw. równania szlifery soczewek):

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Podstawiając odpowiednie promienie krzywizn soczewek otrzymujemy ogniskowe:

$$f_1 = R/[2(n-1)], f_2 = R/(n-1), f_3 = R/[3(n-1)], f_4 = R/(n-1). \text{ **Odpowiedź C.}**$$

■ 21. Żelazna sztabka zamyka „obwód magnetyczny”, co zwiększa siłę przyciągania magnesu. **Odpowiedź E.**

■ 22. Przy prostopadłym odbiciu fotonu od lusterka pęd fotonu zmienia się na przeciwny, a więc wartość zmiany pędu jest równa

podwojonej wartości pędu fotonu,

$$\Delta p = 2 \frac{h}{\lambda} = 2 \frac{hv}{c} = \frac{2E}{c},$$

gdzie E to energia pojedynczego fotonu. Zgodnie z II i III zasadą dynamiki, podczas odbicia fotonu na lusterko działa siła

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t},$$

gdzie Δt to czas trwania „zderzenia” fotonu z lusterkiem. Czas ten nie jest znany i raczej trudny do obliczenia, lecz i tak nie jest potrzebny, gdyż za Δt należy podstawić czas pomiędzy odbiciami fotonów (siła się „uśrednia”). Moc światła $P = E/\Delta t$, więc $\Delta t = E/P$. Wartość siły działającej na lusterko wyraża się zatem wzorem

$$F = \frac{2P}{c}.$$

Stąd już łatwo otrzymać **odpowiedź D.**

■ 23. Na podstawie kształtów poszczególnych odcinków wykresu $p(V)$, można stwierdzić, że: przemiana 1–2 to przemiana izotermiczna, przemiana 2–3 to przemiana izochoryczna, a 3–4 to przemiana izobaryczna. **Odpowiedź E.**

■ 24. W lewym skrajnym położeniu suwaka potencjometru, jego opór wynosi zero, a opór zastępczy całego układu $3R/5$. W prawym skrajnym położeniu suwaka opór potencjometru wynosi R , a opór zastępczy układu także R (przez środkowy opornik prąd nie płynie, więc jego usunięcie nie zmienia oporu zastępczego). **Odpowiedź C.**

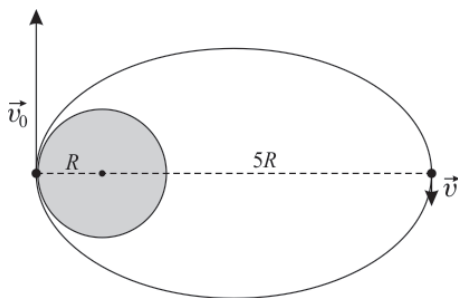
■ 25. Układ jest w równowadze, więc siły działające na lewy bloczek równoważą się. Działają na niego: w dół siła o wartość $2m \cdot g$, spowodowana ciężarem klocka, a do góry dwie siły sprężystości liny. Zatem siła naciągu liny ma wartość $m \cdot g$. Krążek po prawej stronie również jest w spoczynku, więc siła naciągu liny przy tym krążku ma wartość $2m \cdot g$, z czego połowa pochodzi od naciągu odcinka liny poniżej małpy, a druga połowa musi być spowodowana ciężarem samej małpy. **Odpowiedź C.**

■ **26.** Woda jest nieściśliwa, więc w danym przedziale czasu tyle samo (masa, objętość) wody dopływa do „węzła”, co z niego wypływa, analogicznie do I prawa Kirchhoffa dla obwodów elektrycznych. Zadanie wymaga zatem obliczenia szybkości (objętość/czas) przepływu wody przez rury albo ilości wody dopływającej do „węzła” w danym czasie, np. 1 s. Rurą 1 dopływa wtedy $\pi (1,5 \text{ cm})^2 7 \text{ cm} = 15,75\pi \text{ cm}^3$ wody, rurą 3 odpływa: $\pi (4,5 \text{ cm})^2 3 \text{ cm} = 60,75\pi \text{ cm}^3$. A zatem rurą 2 w ciągu 1 s dopływa $45\pi \text{ cm}^3$, czyli woda przebywa drogę $45\pi \text{ cm}^3 / [\pi(3 \text{ cm})^2] = 5 \text{ cm}$. **Odpowiedź B.**

■ **27.** Zadanie okazało się dość proste. Moc ciepła wydzielającego się na oporze R wyraża się wzorem $P = I^2 R$. **Odpowiedź D.**

■ **28.** Odległość elektron–pozyton w danym stanie energetycznym pozytonium, jest dwa razy większa od odległości elektron–proton w odpowiadającym stanie atomie wodoru. Zatem energia potencjalna oddziaływania elektrostatycznego elektron–pozyton jest (co do wartości bezwzględnej) dwa razy mniejsza w porównaniu z atomem wodoru. Energia całkowita układu, również jest dwa razy mniejsza, więc poziomy energetyczne pozytonium mają energie dwa razy mniejsze (co do wartości bezwzględnej) niż energie odpowiadających stanów w atomie wodoru. Wynika z tego, że fale elektromagnetyczne emitowane przez pozytonium mają dwa razy większe długości fal niż fale emitowane w wyniku analogicznych przejść w atomie wodoru. **Odpowiedź D.**

■ **29.** Zadanie za 5 punktów, więc nie można się dziwić, że wcale nie łatwe.



W ruchu ciała o masie m i prędkości początkowej v_0 wokół planety o masie M i promieniu R zachowana jest zarówno energia układu

$$\frac{mv_0^2}{2} - G \frac{Mm}{R} = \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{5R},$$

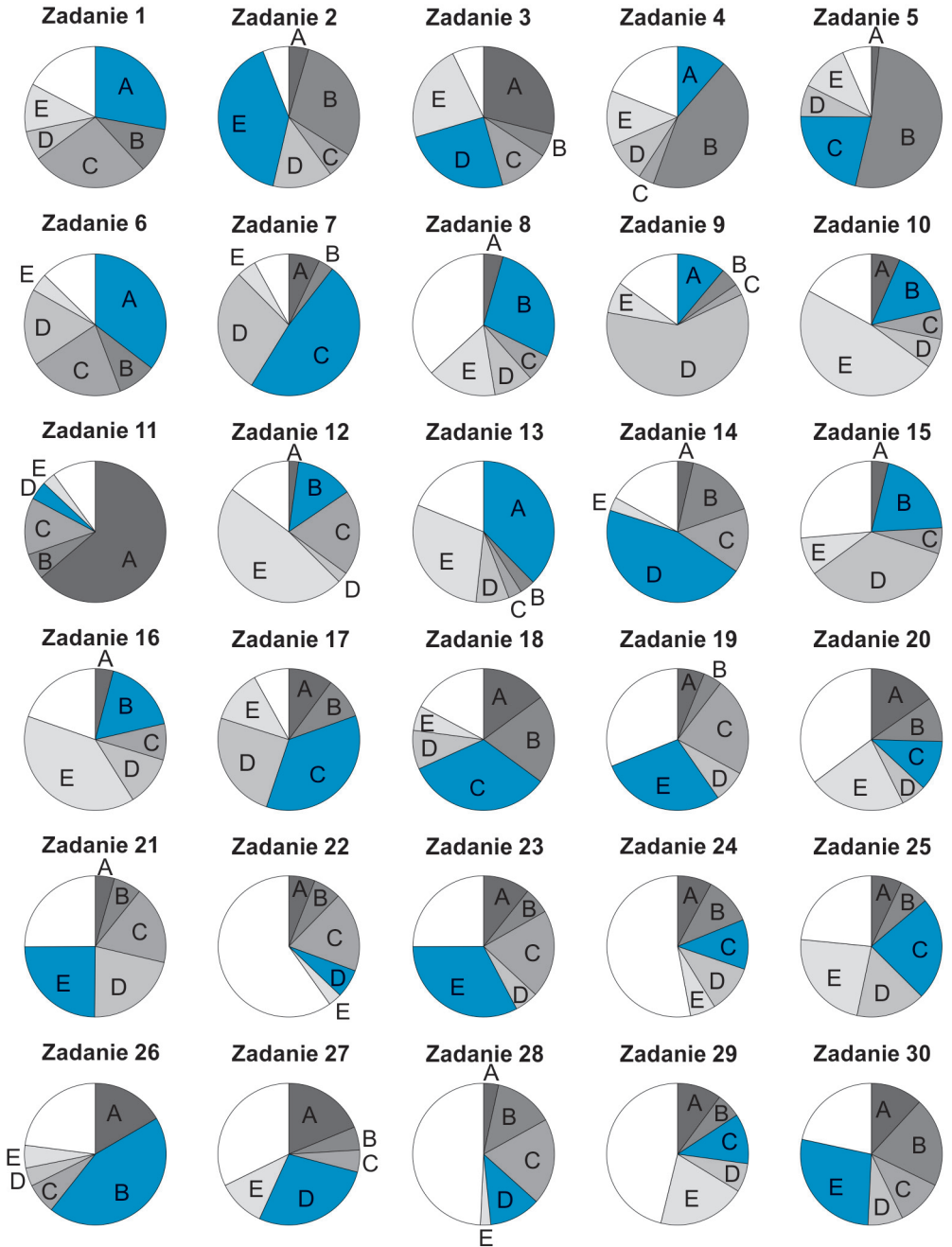
jak i moment pędu ciała

$$mv_0 R = mv 5R.$$

Rozwiązanie układu równań prowadzi do szukanego wzoru na v_0 . **Odpowiedź C.**

■ **30.** Widok Słońca w zenicie teoretycznie mógłby towarzyszyć lwiątku, które szło na zachód, jednak lwiątko to musiałyby poruszać się z szybkością około 40 000 km/24 h, czyli około 1667 km/h. **Odpowiedź E.**

Klasy II liceum i technikum



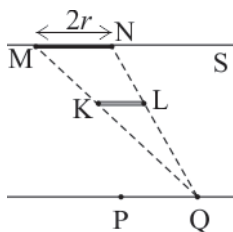
Klasy III i IV liceum i technikum

■ 1. 1 fs to 10^{-15} s , a prędkość światła w próżni ma wartość $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Ze wzoru na drogę w ruchu jednostajnym mamy $3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 10^{-15} \text{ s} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. **Odpowiedź C.**

■ 2. Zenit to punkt na niebie dokładnie ponad pozycją obserwatora. Skoro Lwiątko rozeszły się w różne strony i nigdy nie spotkały, to nigdy już nie mogły mieć Słońca w zenicie jednocześnie. **Odpowiedź E.**

■ 3. Zadanie okazało się trudne – ponad połowa uczniów zaznaczyła odpowiedź A (woda). Odpowiedź ta jest błędna, gdyż temperatura wrzenia ciekłego azotu (pod normalnym ciśnieniem) wynosi około $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ (77 K), czyli poniżej temperatury krzepnięcia wody, a więc na ściance naczynia może pojawić się lód, a nie ciekła woda. Spośród podanych substancji jedynie tlen ma temperaturę skraplania ($-183 \text{ }^\circ\text{C}$) powyżej temperatury wrzenia ciekłego azotu, a temperaturę krzepnięcia ($-219 \text{ }^\circ\text{C}$) – poniżej tej temperatury. **Odpowiedź C.**

■ 4. To zadanie również okazało się trudne – ponad połowa uczniów zaznaczyła niewłaściwą odpowiedź E. W tym zadaniu należało wykazać się wiedzą z zakresu geometrii, a konkretnie podobieństwa trójkątów.



Płytką jest równoległa do ekranu, więc trójkąty: QKL i QMN są podobne, niezależnie od położenia punktu Q znajdującego się na prostej równoległej do ekranu. Skala podobieństwa jest równa stosunkowi odległości płytki od prostej PQ do odległości ekranu od tej prostej. Długość cienia płytki (i analogicznie jego wysokość) jest zatem stała i równa $2r$. **Odpowiedź B.**

■ 5. Dyliżans nie był rozmyty na zdjęciu, więc aparat fotograficzny był nieruchomy względem dyliżansu. Wszystkie szprychy w kole obracają się względem dyliżansu tak samo szybko, a więc są jednakowo rozmyte – im dalej od osi koła, tym bardziej rozmyte. **Odpowiedź D.**

■ 6. Jeden ze sposobów odróżnienia kul polega na wyznaczeniu ich gęstości. Do tego potrzebna jest waga (lub siłomierz) oraz wyskalowana menzurka do pomiaru objętości. Trzeba zmierzyć objętość samego materiału (bez wydrążenia), co jest niemożliwe bez zrobienia w kuli dziury. Tak więc bardzo „popularne” odpowiedzi C i D są błędne. Kule mają taką samą masę i taki sam promień zewnętrzny lecz różnią się gęstością materiału, z którego zostały wykonane. Różnią się więc promieniem wewnętrznym, a więc również momentem bezwładności. Kula wykonana z materiału o większej gęstości będzie miała cieńszą ściankę (większy promień wewnętrzny), a więc i większy moment bezwładności, i będzie się staczała z równi z mniejszym przyspieszeniem. **Odpowiedź B.**

■ 7. Przesunięcie lustra o odległość x w prawo (oddalenie od punktu P) spowoduje, że położony symetrycznie względem lustra obraz P' również przemieści się w prawo o odległość x względem lustra, a więc o odległość $2x$ względem spoczywającego Lwiątko. Obraz P' pozostanie zatem w spoczynku, gdy to Lwiątko w tym czasie przemieści się o $2x$ w prawo. **Odpowiedź D.**

■ 8. W pojedynczym rozpadzie α liczba masowa zmniejsza się o 4, a w wyniku rozpadu β nie zmienia się, a zatem w wyniku ciągu tych rozpadów liczba masowa może zmienić się tylko o całkowitą wielokrotność liczby 4 (z tego powodu istnieją 4 szeregi promieniotwórcze). Można więc wyeliminować izotopy w odpowiedziach A, B i D. Izotop podany w **odpowiedzi C** powstaje w wyniku 7 przemian α i 3 rozpadów β .

■ 9. Temperatura jest wprost proporcjonalna do średniej energii kinetycznej cząsteczek gazu, a więc również do kwadratu prędkości średniej. Przy stałej objętości gazu doskonałego, czterokrotny wzrost temperatury powoduje również czterokrotny wzrost ciśnienia. **Odpowiedź E.**

■ 10. Warto zauważyć, że gdyby w rozważanym obwodzie nie było żarówek 2 i 3, to układ stanowiłoby jedno oczko, w którym baterijki są połączone szeregowo zgodnie. Napięcia baterijek sumują się wtedy i żarówki 1 i 4 świecą jednakowo jasno. W tym obwodzie napięcie na każdej żarówce jest równe napięciu baterijki, a więc punkty leżące w przeciwległych wierzchołkach prostokąta (po przekątnej) mają taki sam potencjał elektryczny. Jeżeli do takiej pary punktów podłączymy żarówkę, to prąd przez nią nie płynie, a prądy płynące w pozostałej części obwodu nie zmieniają się. **Odpowiedź C.**

■ 11. Do ustalenia, ile ciepła wydzieli się na akumulatorku podczas jego ładowania, trzeba znać natężenie prądu ładowania, opór wewnętrzny akumulatorka, oraz czas ładowania, który zależy od pojemności akumulatorka. **Odpowiedź E.**

■ 12. Kolejne zadanie, w którym intuicja zawodzi i podpowiada odpowiedź A. Okazuje się, że aby piłeczka nie straciła styku z pętlą nie wystarczy spełnienie warunku, że energia kinetyczna w punkcie C jest niezerowa. Rozważając problem w układzie nieinercyjnym związanym z piłeczką, w punkcie C musi ona poruszać się z taką prędkością, aby wartość siły odśrodkowej była niemniejsza niż wartość działającej na piłeczkę siły grawitacji. **Odpowiedź C.**

■ 13. Należało zauważyć, że 10-krotny wzrost wskazania x_A odpowiada wzrostowi wskazania x_B o wartość 1. Oznacza to, że skala B jest logarytmiczna. Skoro wartości 5 jA odpowiada wartość 0 = log 1 na skali jB, a wartości 50 jA odpowiada wartość 1 = log 10 na skali jB, to znaczy, że prawdziwa jest **odpowiedź C.**

■ 14. Zadanie to można rozwiązać przekształcając jednostki podanych wielkości fizycznych do jednostek podstawowych, co może być dosyć czasochłonne, jeśli okaże się, że właściwa odpowiedź będzie pod koniec. Będzie szybciej, jeśli w podanym ułamku będziemy rozpoznawać jednostki pochodne i w ten sposób dochodzić do właściwej **odpowiedzi B:**

$$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s} \cdot \text{A}^2} = \frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{A}^2} = \frac{\text{W}}{\text{A}^2} = \frac{\text{V}}{\text{A}} = \Omega$$

■ 15. Względna prędkość kątowna ruchu planet dookoła gwiazdy ma wartość

$$\omega_{\text{wzg}} = \omega_1 - \omega_2 = \frac{2\pi}{T_1} - \frac{2\pi}{T_2}.$$

Kolejne ustawienia planet rozważane w zadaniu odpowiadają wykonaniu przez planetę szybciej obiegającą jednego obiegu wokół gwiazdy więcej niż planeta „wolniejsza”, zatem rozważany czas T spełnia równanie

$$\frac{2\pi}{T} = \omega_{\text{wzg}} = \frac{2\pi}{T_1} - \frac{2\pi}{T_2}.$$

Stąd już łatwo otrzymać **odpowiedź E.**

■ 16. Zauważmy, że bryłka lodu na rysunku 3 pływa mniej zanurzona niż w wodzie (rys. 1), stąd wniosek, że gęstość cieczy w szklance 3 jest większa od gęstości wody. Woda po stopieniu bryłki lodu będzie miała większą objętość niż objętość wypartej cieczy, więc poziom cieczy (w tym przypadku wody) w szklance 3 podniesie się. Lód ma mniejszą gęstość niż woda, a zatem objętość wody powstałej w wyniku stopnia lodu, jest mniejsza od objętości lodu. W szklance 2 poziom wody obniży się. **Odpowiedź B.**

■ 17. Przy prostopadłym odbiciu fotonu od lusterka pęd fotonu zmienia się na przeciwny, a więc wartość zmiany pędu jest równa podwojonej wartości pędu fotonu,

$$\Delta p = 2 \frac{h}{\lambda} = 2 \frac{hv}{c} = \frac{2E}{c},$$

gdzie E to energia pojedynczego fotonu. Zgodnie z II i III zasadą dynamiki, podczas odbicia fotonu na lustro działa siła o war-

tości $F = \Delta p / \Delta t$, gdzie Δt to czas trwania „zderzenia” fotonu z lusterkim. Czas ten nie jest znany, lecz i tak nie jest potrzebny, gdyż za Δt należy podstawić czas pomiędzy odbiciami fotonów (siła się „uśrednia”). Moc światła $P = E / \Delta t$, więc $\Delta t = E / P$. Wartość siły działającej na lustro

$$F = \frac{2P}{c}$$

Stąd już łatwo otrzymać **odpowiedź C**.

■ **18.** Analiza średnic i długości przewodów prowadzi do wniosku, że najmniejszą objętość ($\pi r^2 h$) i masę, ma przewód A, a większą od niego, ale nie największą – przewody B i D. Z kolei najmniejszy opór elektryczny ($\rho l / S$) ma przewód C, a większy, ale nie największy, opór mają przewody B i E. **Odpowiedź B.**

■ **19.** Ogniskową każdej z soczewek obliczymy korzystając ze wzoru soczewkowego (tzw. równania szliferyz soczewek):

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Podstawiając odpowiednie promienie krzywizn soczewek otrzymujemy ogniskowe:

$$f_1 = R / (n-1), f_2 = R / [3(n-1)], f_3 = R / (n-1), f_4 = R / [2(n-1)], f_5 = -R / [2(n-1)].$$

Odpowiedź D.

■ **20.** Skoro przedłużenia promieni światła wychodzących z soczewki przecinają się w jej ognisku, to można przyjąć, że tam właśnie znajduje się „pozorny obraz”. Podstawiając $y = -f$ do równania soczewki

$$1/x + 1/y = 1/f$$

możemy obliczyć odległość x przedmiotu od soczewki, $x = f/2$. **Odpowiedź B.** Zadanie można również rozwiązać wykonując konstrukcję biegu promieni światła, analogicznie jak w zadaniu 15. dla klasy II liceum.

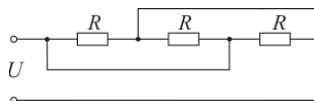
■ **21.** Tutaj należało wykazać się znajomością prawa Stefana-Boltzmana, zgodnie z którym moc promieniowania ciała doskonale czarnego jest wprost proporcjonalna do czwartej potęgi temperatury tego ciała. $1,04^4 \approx 1,17$. **Odpowiedź D.**

■ **22.** Przeprowadzamy rachunek jednostek.

$$\left[\frac{1}{2} \varepsilon_0 \varepsilon_r E^2 \right] = \frac{F}{m} \left(\frac{V}{m} \right)^2 = \frac{CV}{m^3} = \frac{J}{m^3} = \left[\frac{E}{V} \right]$$

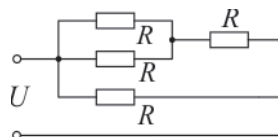
Odpowiedź B.

■ **23.** Wystarczy rozważyć skrajne położenia suwaka potencjometru. W lewym skrajnym położeniu, opór potencjometru wynosi zero, i rozważany układ wygląda następująco:



Układ sprawia wrażenie połączenia szeregowego, ale w rzeczywistości oporniki elektrycznie są połączone równolegle, opór zastępczy wynosi $R/3$, a natężenie prądu płynącego w obwodzie $3U/R$.

W prawym skrajnym położeniu suwaka potencjometru, jego opór wynosi R , a rozważany obwód można narysować w takim układzie:



Opór zastępczy takiego mieszanego połączenia oporników wynosi $3/5 R$, natężenie prądu płynącego wówczas w obwodzie wynosi $5U/(3R)$. **Odpowiedź C.**

■ **24.** Opór zastępczy układu RC dany jest wzorem

$$R_{RC} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi f C} \right)^2}$$

a opór zastępczy układu RLC wzorem:

$$R_{RC} = \sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C} \right)^2}$$

Rozwiązując nierówność $R_C > R_{LC}$, co odpowiada zmniejszeniu amplitudy natężenia prądu w obwodzie, otrzymujemy warunek

$$f < \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2}{LC}}$$

Odpowiedź E.

■ 25. Szybkość przepływu ciepła przez oba pręty musi być jednakowa, więc można zapisać równanie

$$\frac{2\lambda S(80^\circ\text{C} - t)}{l} = \frac{\lambda S(t - 20^\circ\text{C})}{2l},$$

gdzie t to szukana temperatura powierzchni styku prętów. Rozwiązując powyższe równanie otrzymamy **odповідź E**.

■ 26. Skoro pojemnik o masie M i objętości V_0 pływa w cieczy o gęstości ρ , to z warunku pływania otrzymujemy związek

$$M/V_0 = \rho.$$

Po dopompowaniu gazu średnia gęstość pojemnika wynosi $(M + m)/V$, więc warunku tonięcia otrzymujemy nierówność

$$\frac{M + m}{V_0 + am} > \frac{M}{V_0},$$

której rozwiązaniem jest

$$a < \frac{M}{V_0} = \rho.$$

Odpowiedź C.

■ 27. Woda jest nieściśliwa, więc w danym przedziale czasu tyle samo (masa, objętość) wody dopływa do „węzła”, co z niego wypływa, analogicznie do I prawa Kirchhoffa dla elektryczności. Zadanie wymaga zatem obliczenia szybkości (objętość/czas) przepływu wody przez rury albo ilości wody dopływającej do „węzła” w danym czasie, np. 1 s. Rurą 1 dopływa wtedy $\pi(4\text{ cm})^2 5\text{ cm} = 80\pi\text{ cm}^3$ wody, rurą 2 odpływa: $\pi(6\text{ cm})^2 4\text{ cm} = 144\pi\text{ cm}^3$. A zatem rurą 3 w ciągu 1 s musi dopływać do węzła $64\pi\text{ cm}^3$, czyli w 1 s woda przebywa drogę $64\pi\text{ cm}^3 / [\pi(2\text{ cm})^2] = 16\text{ cm}$. **Odpowiedź E.**

■ 28. Odległość elektron–pozyton w danym stanie energetycznym pozytonium, jest dwa razy większa od odległości elektron–proton w odpowiadającym stanie atomie wodoru. Zatem energia potencjalna oddziaływania elektrostatycznego elektron–pozyton jest (co do wartości bezwzględnej) dwa razy mniejsza w porównaniu z atomem wodoru. Energia całkowita układu, również jest dwa razy mniejsza, więc poziomy energetyczne

pozytonium mają energie dwa razy mniejsze (co do wartości bezwzględnej) niż energie odpowiadających stanów w atomie wodoru. Wynika z tego, że fale elektromagnetyczne emitowane przez pozytonium mają dwa razy większe długości fal niż fale emitowane w wyniku analogicznych przejść w atomie wodoru. **Odpowiedź D.**

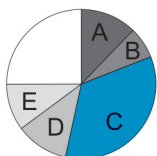
■ 29. Kondensatory 2 i 3 są połączone równolegle, więc napięcia pomiędzy ich okładkami są równe. Kondensator 2 ma większą pojemność, więc jego okładki są bliżej niż okładki kondensatora 3. A zatem natężenie pola elektrycznego pomiędzy okładkami kondensatora 2 ma większą wartość od natężenia pola pomiędzy okładkami kondensatora 3.

Kondensatory 1 i 2 mają równe pojemności, więc odległości pomiędzy ich okładkami są takie same. Ładunek elektryczny zgromadzony na okładkach kondensatora 1 jest większy niż na ładunek na okładkach kondensatora 2, więc przy tej samej pojemności kondensatorów większe napięcie panuje pomiędzy okładkami kondensatora 1. A zatem natężenie pola elektrycznego pomiędzy okładkami kondensatora 1 ma większą wartość od natężenia pola pomiędzy okładkami kondensatora 2 **Odpowiedź A.**

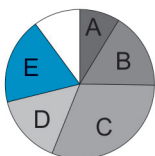
■ 30. Układ bloczków jest w równowadze, więc siły działające na lewy bloczek równoważą się. Działają na niego: w dół siła o wartość $2m \cdot g$, spowodowana ciężarem klocka, a do góry dwie siły sprężystości liny. Zatem siła naciągu liny przy tym bloczku ma wartość $m \cdot g$. Krążek po prawej stronie również jest w spoczynku, więc siła naciągu liny przy tym krążku ma wartość $3m \cdot g$, a więc małpa działa na linę siłą o wartości $2m \cdot g$. Zgodnie z III zasadą dynamiki, taką samą wartość ma siła, którą lina działa na małpę. Wypadkowa siła działająca na małpę ma więc wartość $2mg - Mg$ (M to masa małpy) i nadaje małpie przyspieszenie $g/3$, więc zgodnie z II zasadą dynamiki ($F = Ma$) $2mg - Mg = M g/3$, skąd otrzymujemy $M = 3/2 m$. **Odpowiedź C.**

Klasy III i IV liceum i technikum

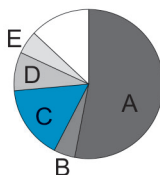
Zadanie 1



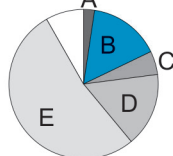
Zadanie 2



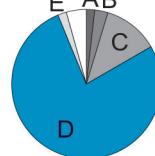
Zadanie 3



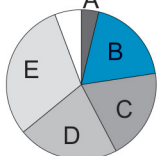
Zadanie 4



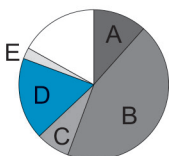
Zadanie 5



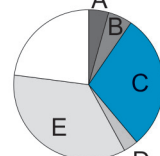
Zadanie 6



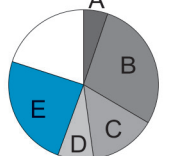
Zadanie 7



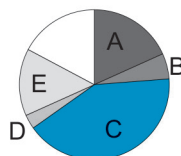
Zadanie 8



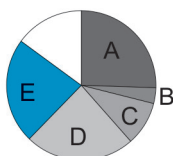
Zadanie 9



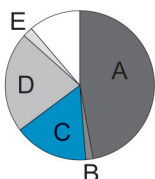
Zadanie 10



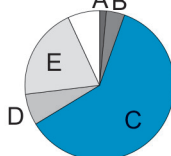
Zadanie 11



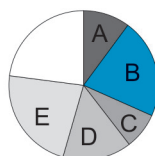
Zadanie 12



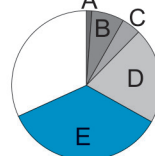
Zadanie 13



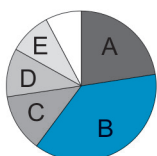
Zadanie 14



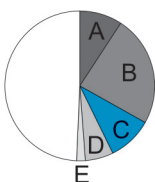
Zadanie 15



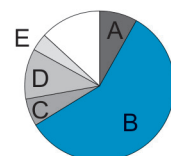
Zadanie 16



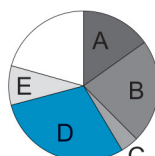
Zadanie 17



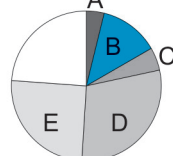
Zadanie 18



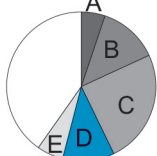
Zadanie 19



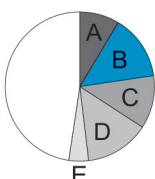
Zadanie 20



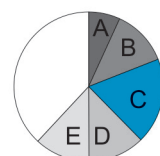
Zadanie 21



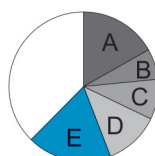
Zadanie 22



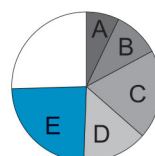
Zadanie 23



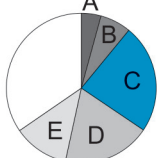
Zadanie 24



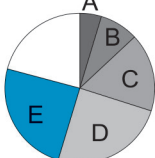
Zadanie 25



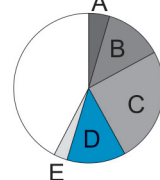
Zadanie 26



Zadanie 27



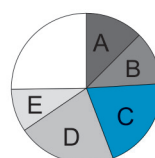
Zadanie 28

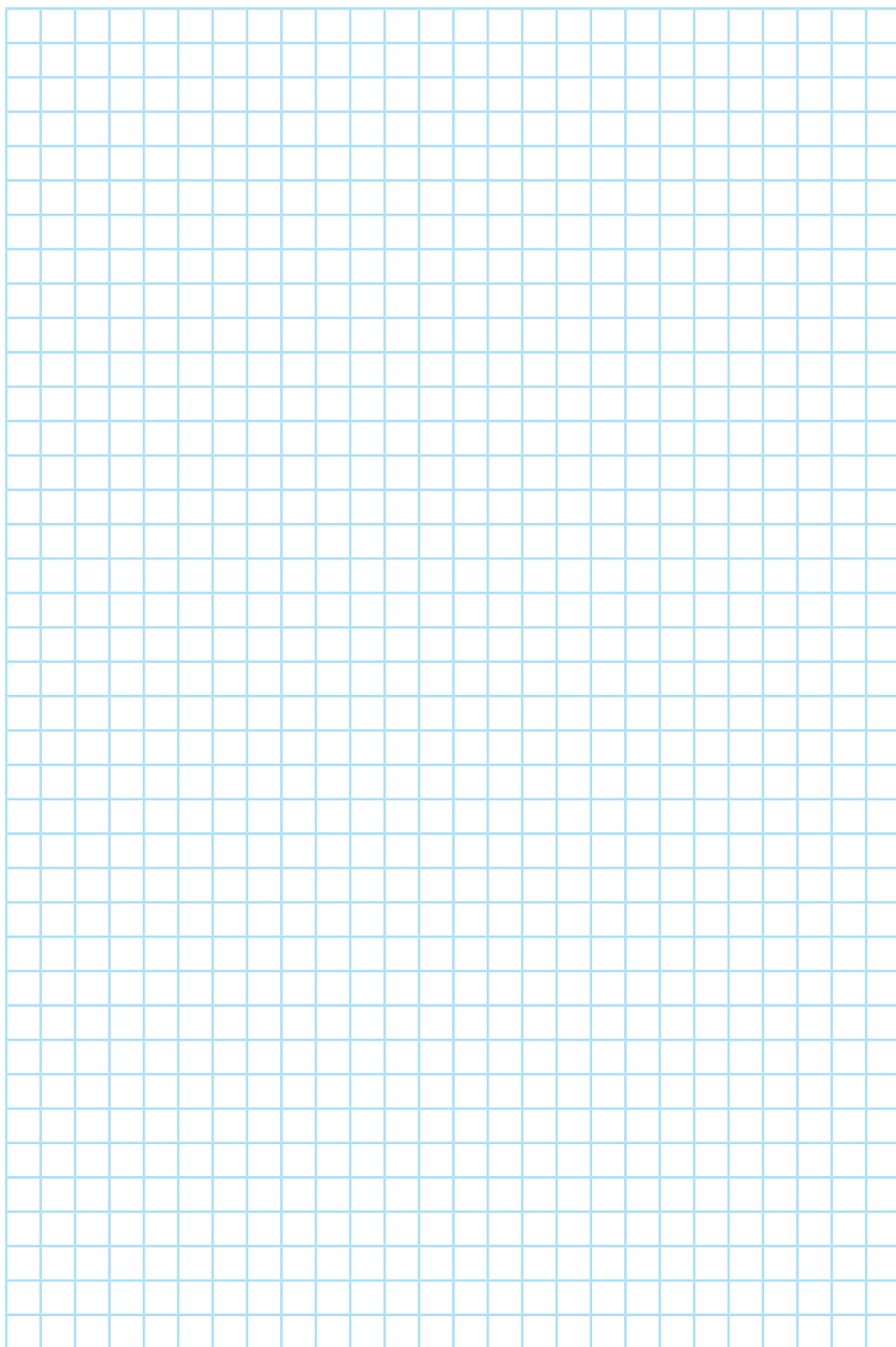


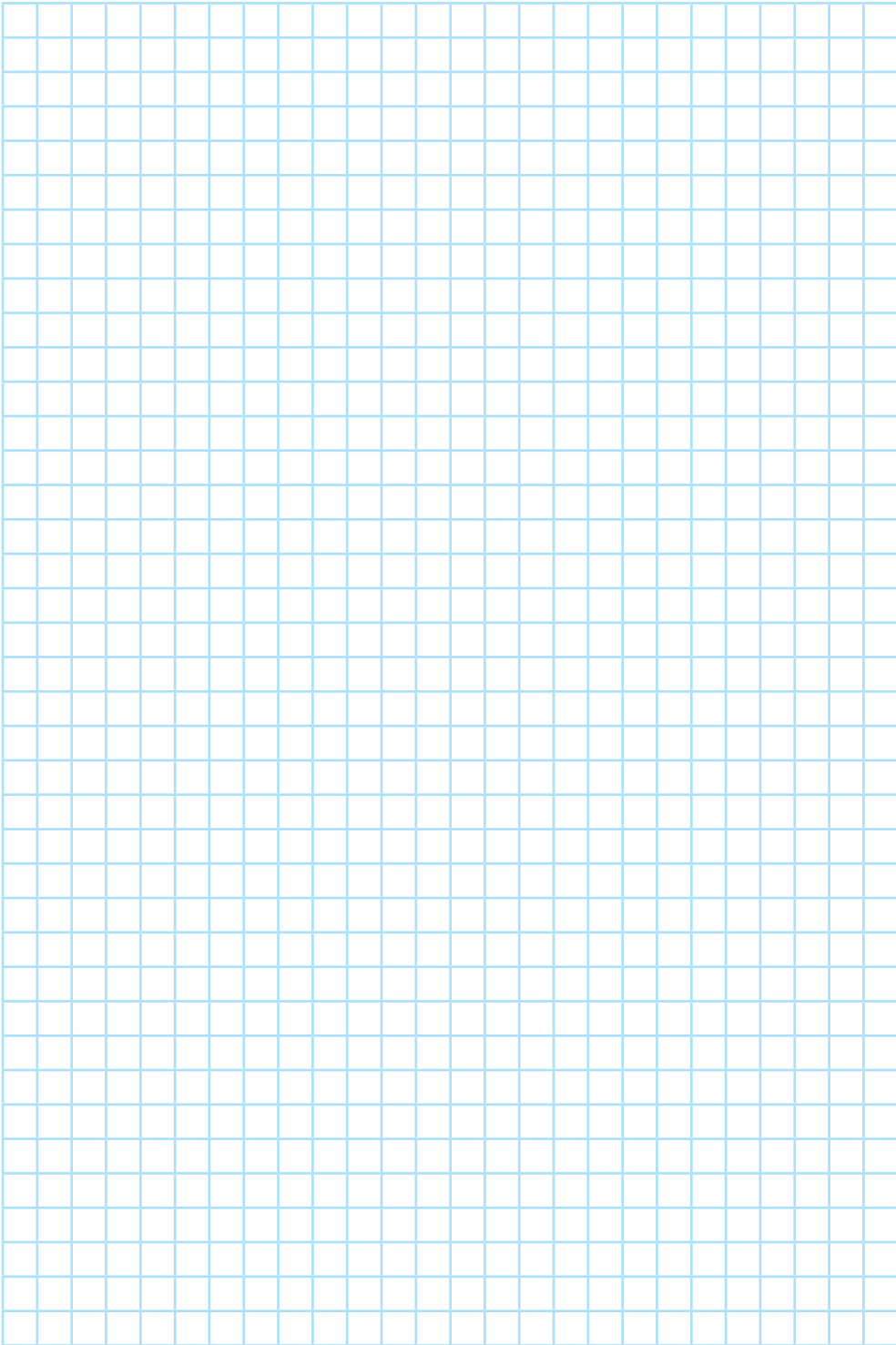
Zadanie 29

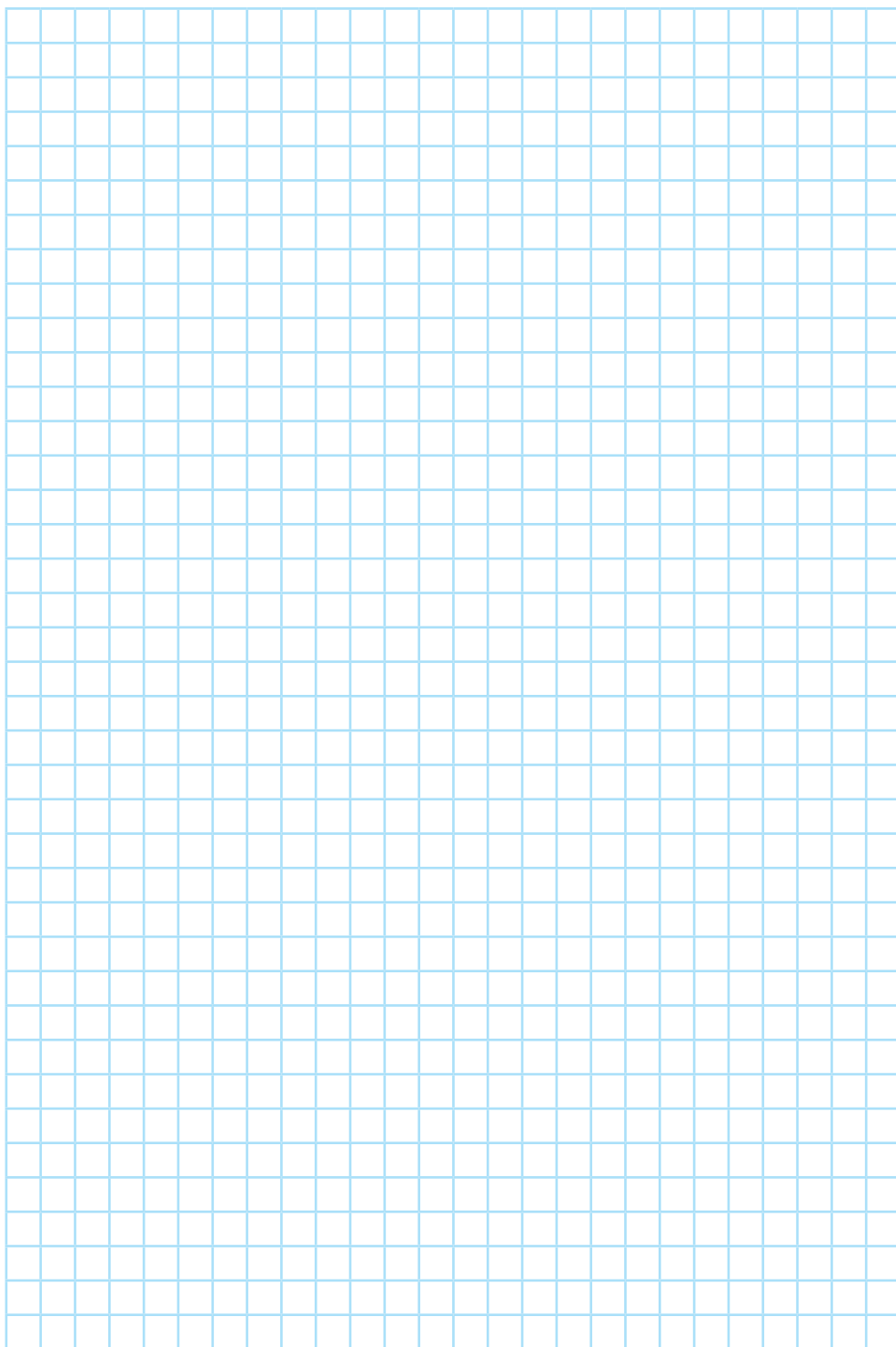


Zadanie 30









Sprawozdanie

Statystyka

Konkurs „Lwiątko” nadal cieszy się popularnością. W obecnej edycji konkursu wzięło udział ponad 12 000 uczestników z 1020 szkół. Tradycyjnie w konkursie wzięły udział szkoły we Lwowie oraz w czeskim Cieszynie. Rekordowo z jednej szkoły zgłoszono 158 uczniów, z pięćdziesięciu szkół po jednym. Średnia liczba uczestników z jednej szkoły wyniosła 12. Około 53% uczestników to uczniowie gimnazjów, pozostali to uczniowie szkół ponadgimnazjalnych.

Wyniki

Średnie oraz mediany liczby uzyskanych punktów na poszczególnych poziomach:

Klasa	gimnazjum		liceum i technikum		
	1–2	3	I	II	III i IV
Średnia	55,6	58,2	41,8	43,7	46,1
Mediana	51,75	54,00	38,75	41,25	43,25

Jak widać zadania we wszystkich kategoriach, oprócz klas 1 i 2 gimnazjum, były trudniejsze niż w poprzednich edycjach. W szczególności niski jest wynik uczestników z I klasy liceum i technikum. Przypominamy, że na starcie uczeń otrzymuje 30 pkt., za poprawną odpowiedź otrzymuje 3, 4 lub 5 pkt. w zależności od trudności, za złą odpowiedź są punkty ujemne. Zwycięzcy oraz wyróżnieni otrzymali dyplomy oraz nagrody książkowe – między innymi książki popularnonaukowe i albumy. Mamy nadzieję, że nauczyciele również docenili pracę swoich uczniów i wynagrodzili ich wysokimi ocenami z fizyki. Wszyscy nauczyciele, którzy zorganizowali konkurs w swojej szkole otrzymali pisemne podziękowania, nauczyciele przygotowujący zwycięzców do konkursu – gratulacje.

Mamy nadzieję, że zadania były ciekawe i nietrywialne, a że są trudne – to właśnie zmusza do wysiłku umysłowego.

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

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.

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

Organizatorzy

Spis treści

Lwiątko ze Lwowa 2

Zadania

Klasy 1–2 gimnazjum 3

Klasy 3 gimnazjum 8

Klasy I liceum i technikum 13

Klasy II liceum i technikum 18

Klasy III i IV liceum i technikum 23

Odpowiedzi 28

Rozwiązania i odpowiedzi

Klasy 1–2 gimnazjum 29

Klasy 3 gimnazjum 33

Klasy I liceum i technikum 37

Klasy II liceum i technikum 42

Klasy III i IV liceum i technikum . . . 47

Sprawozdanie 55

Broszurkę wyprodukowano na potrzeby
Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego „Lwiątko”

Egzemplarz bezpłatny

Zadania i rozwiązania opracowali:

Piotr Goldstein, Adam Smólski, Włodzimierz Natorf, Dagmara Sokołowska, Witold Zawadzki

Zestawy zadań są chronione prawem autorskim.

© Copyright Fundacja Akademia Młodych Fizyków, Kraków

Skład i łamanie *Witold Zawadzki*

Druk *Drukarnia Alnus Kraków*

Nakład 2000 egz.