

L OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadanie teoretyczne

Wybierz lub podaj odpowiedź (i krótko ją uzasadnij) na dowolnie przez siebie wybrane siedem spośród dziesięciu podanych problemów:

ZADANIE T2

Nazwa zadania: „Mikser”

A)

Trzymający mikser elektryczny w chwili włączenia prądu poczuł krótkotrwałe drgnięcie miksera w pewnym kierunku. Kierunek obrotu wirnika silnika elektrycznego w mikserze był:

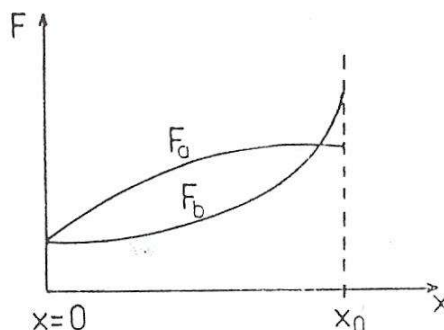
- a) zgodny
 - b) przeciwny
- do tego kierunku.

Nazwa zadania: „Dwie siły”

B)

Dwie siły, F_a i F_b działają w kierunku x . Zależność ich wartości od położenia przedstawiona jest na rys.1. Pod działaniem której z tych sił ciało punktowe początkowo spoczywające w $x=0$ osiągnie większą prędkość w x_0 ?

rys. 1



Nazwa zadania: „Dwa samochody”

C)

W ustalonym kierunku i w tę samą stronę wyruszyły dwa jednakowe samochody w odstępie jednej sekundy. Podczas jazdy silniki samochodów pracowały z taką samą stałą w czasie mocą. Opory ruchu samochodów były do zaniechania. Prędkość względna samochodów w czasie gdy obydwa były w ruchu

- a) zmniejszała się
- b) nie ulegała zmianie
- c) zwiększała się.

Nazwa zadania: „Ziemia z dwoma księżycami”

D)

Gdyby Ziemia oprócz jednego księżyca miała jeszcze drugi taki sam księżyc poruszający się dokładnie po przeciwnej stronie Ziemi, niż pierwszy, to liczba przyływów morskich w ciągu doby byłaby:

- a) taka sama jak obecnie
- b) dwa razy większa
- c) równa zero

Nazwa zadania: „Doba trwająca godzinę”

E)

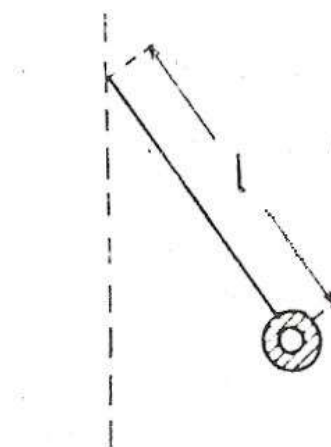
Czy doba na Ziemi mogłaby trwać jedną godzinę? Zakładamy, że Ziemia miałaby niezmienną masę i promień.

Nazwa zadania: „Wahadło”

F)

Wahadło w postaci jednorodnej, współśrodkowo wydrążonej kulki, przymocowanej do sztywnego i nieważkiego pręta (rys. 2) wykonuje małe drgania. Okres drgań tego wahadła jest

- a) tym większy im większy jest promień wydrążenia
- b) tym większy im mniejszy jest promień wydrążenia
- c) niezależny od promienia wydrążenia



rys. 2

Nazwa zadania: „Rtęć w rurce”

G)

W cylindrycznej, szklanej rurce stojącej pionowo znajduje się słupek rtęci, którego opór elektryczny mierzony między dolną i górną powierzchnią wynosi $R = 5 \Omega$. Ta sama ilość rtęci przelana do rurki, której pole przekroju poprzecznego jest dwa razy mniejsze, ma opór elektryczny między dolną i górną powierzchnią równy

- a) 5Ω
- b) 10Ω
- c) 20Ω

Nazwa zadania: „Dwie baterie”

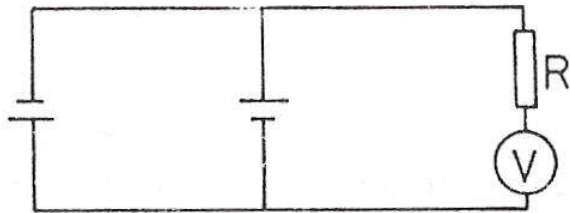
H)

Do układu dwóch identycznych baterii, o sile elektromotorycznej ε każda, dołączono woltomierz o oporze r oraz opornik o oporze R jak na rys. 3. Woltomierz wskaże

$$a) V = \varepsilon \frac{r}{R + r}$$

$$b) V = \varepsilon$$

$$c) V = 0$$



Rys. 3

Nazwa zadania: „Nurek pod wodą”

I)

Względny współczynnik załamania wody względem powietrza n jest równy stosunkowi długości fali światła w powietrzu i w wodzie: $n = 1,33 = \lambda_1/\lambda_2$. Znajdujący się pod wodą nurek będzie widział światło czerwonej latarni (wysyłającej światło o długości $\lambda_1 = 0,65\mu\text{m}$) jako

a) czerwone

b) błękitne o długości fali $\lambda_2 = \lambda_1/n = 0,49\mu\text{m}$

c) światło o innej barwie będącej mieszaniną barwy czerwonej i błękitnej

Nazwa zadania: „Soczewka skupiająca”

J)

Za pomocą soczewki skupiającej umieszczonej na drodze szerokiej wiązki promieni równoległych można uzyskać zwiększone oświetlenie pewnej części ekranu. Czy również za pomocą soczewki rozpraszającej można zwiększyć oświetlenie jakiejś części ekranu?

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2A

Przeciwny, gdyż zgodnie z zasadą zachowania momentu pędu nie trzymany mikser zacząłby się obracać w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu wirnika. (1 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2B

Pod działaniem siły F_a , gdyż praca L , jaką ona wykona jest równa polu pod krzywą $F(x)$ między $x = 0$ i $x = x_0$, a prędkość, jaką uzyska ciało o masie m , wyraża się wzorem

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

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2C

W czasie Δt energia kinetyczna każdego z samochodów będących w ruchu wzrasta o $P\Delta t$, gdzie P jest mocą każdego z silników. Ponieważ pierwszy samochód wyruszył wcześniej, to jego energia kinetyczna będzie większa o $P \cdot 1$ s od energii kinetycznej drugiego samochodu, o ile będzie on już w ruchu

$$P \cdot 1s = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2}m(v_1 + v_2)(v_1 - v_2), \quad (0,4 \text{ pkt})$$

gdzie m jest masą każdego z samochodów, a v_1 i v_2 oznaczają chwilowe wartości ich prędkości. Ponieważ wartości prędkości v_1 i v_2 zwiększają się w czasie ruchu pojazdów, różnica $v_1 - v_2$ musi zmniejszać się. (0,6 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2D

Na każdą część masy wodnej na Ziemi działa siła przyciągania przez Księżyc oraz siła odśrodkowa związana z obrotem Ziemi i Księżyca wokół ich wspólnego środka masy. Na półsfery Ziemi odwróconej do Księżyca przeważa pierwsza z tych sił, na pozostałej druga (siły te równoważą się gdzieś wewnątrz Ziemi). Siły te powodują podnoszenie się poziomu wód w największym stopniu na obszarach najbardziej i najmniej oddalonych od Księżyca. Podobny efekt miałby miejsce w przypadku dwóch księżyców krążących wokół Ziemi. Wtedy rolę siły odśrodkowej pełniłaby siła przyciągania pochodząca od drugiego z księżyców. Częstotliwość przyływów byłaby więc taka sama, jak obecnie. (1 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2E

Warunkiem utrzymywania się ciał przy powierzchni Ziemi na równiku jest

$$\omega^2 R < g, \text{ (0,5 pkt)}$$

gdzie promień Ziemi $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$, natężenie pola grawitacyjnego przy powierzchni Ziemi $g = 10 \text{ m/s}^2$, zaś ω jest częstością kołową obrotu Ziemi. Graniczna wartość $\omega = \omega_0$, dla której zachodzi równość

$$\omega_0^2 R = g$$

odpowiada okresowi obrotu T_0 .

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = 1 \text{ godz. } 24 \text{ min}$$

Wielkość efektu siły odśrodkowej daje zatem ograniczenie na długość doby ziemskiej $T > 1 \text{ godz. } 24 \text{ min}$. (0,5 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2F

Okres drgań rozważanego wahadła fizycznego wyraża się wzorem

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{ml^2 + I_0}{mgl}}, \text{ (0,2 pkt)}$$

gdzie m jest masą kulki, a I_0 momentem bezwładności względem środka. Jeżeli przyjmiemy, że promień kulki wynosi R , promień wydrążenia r , a gęstość materiału ρ , to wtedy m i I_0 wyrażają się wzorami

$$m = \frac{4}{3}\pi\rho(R^3 - r^3)$$

$$I_0 = \frac{2}{5}\left(\frac{4}{3}\pi R^3 \rho R^2 - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho r^2\right) = \frac{8}{15}\nu\rho(R^5 - r^5) \text{ . (0,3 pkt)}$$

Wprowadzając oznaczenie

$$z = \frac{r}{R}$$

mamy

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g} + \frac{2R^2}{5gl} \cdot \frac{1-z^5}{1-z^3}} \quad (0,2 \text{ pkt})$$

Dla $r < R$ (tzn. dla $z < 1$) pochodna $dT/dz > 0$, zatem im większy jest promień wydrążenia, tym większy jest okres wahadła. (0,3 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2G

Opór słupa rtęci wyraża się wzorem

$$R = \frac{\rho h}{S} \quad (0,2 \text{ pkt})$$

gdzie ρ jest oporem właściwym rtęci, h – wysokością, a S – polem przekroju słupa rtęci. Niech V oznacza objętość rtęci, wtedy

$$h = \frac{V}{S}$$

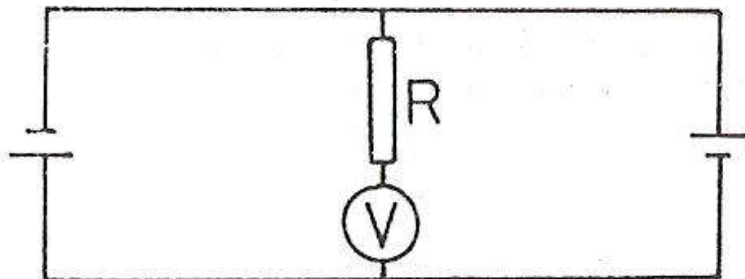
$$R = \frac{\rho V}{S^2}$$

Opór elektryczny słupa rtęci o ustalonej objętości V jest odwrotnie proporcjonalny do kwadratu powierzchni przekroju słupa, zatem prawidłowa jest odpowiedź c). (0,8 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2H

Rozważany układ można przedstawić w postaci pokazanej na rys. 4 (0,3 pkt). Prądy płynące przez opornik R a pochodzące z jednakowych baterii dołączonych jak na rys. 4 mają jednakowe wartości, lecz przeciwne znaki. Wypadkowy prąd płynący przez opornik R oraz woltomierz jest równy zero, zatem woltomierz wskaże $V = 0$. (0,7 pkt)

rys. 4



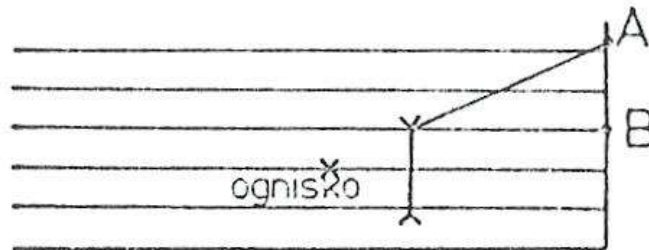
ROZWIĄZANIE ZADANIA T2I

Czerwona, gdyż istotna jest częstość fali światła, która pozostaje cały czas stała niezależnie od ośrodka, w którym światło się rozchodzi (zmieniać się może jedynie długość fali oraz prędkość). (1 pkt)

ROZWIĄZANIE ZADANIA T2J

Umieszczenie soczewki rozpraszającej w wiązce zwiększy oświetlenie ekranu w obszarze AB (rys. 5). Na promienie równoległe wiązki nałożą się w tym obszarze promienie rozproszone przez soczewkę. (1 pkt)

rys. 5



Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk z OF”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl