FIZYKA I ASTRONOMIA - POZIOM ROZSZERZONY

Materiał diagnostyczny

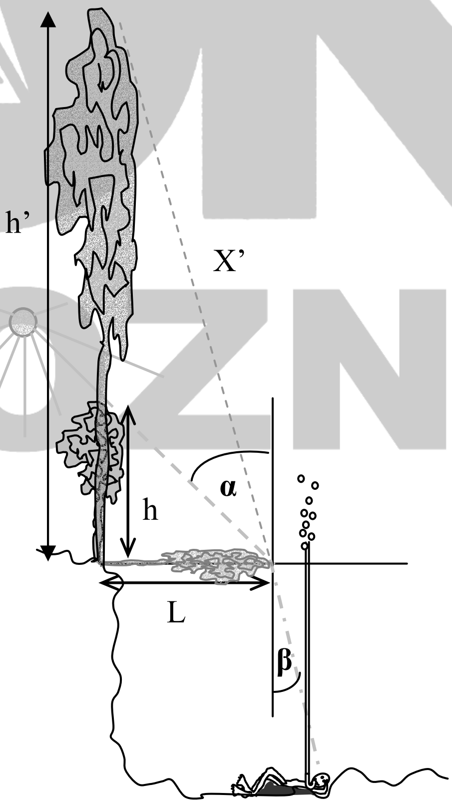
SZKIC ODPOWIEDZI I SCHEMAT OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ

60 punktów

UWAGA:
Jeżeli zdający rozwiąże zadanie inną, merytorycznie poprawną metodą, to za rozwiązanie otrzymuje maksymalną liczbę punktów.

NR ZAD.		PROPONOWANE ROZWIĄZANIE / PUNKTOWANE ELEMENTY ODPOWIEDZI	ILOŚĆ PUNKTÓW za czynność	ILOŚĆ PUNKTÓW za zadanie
Zadanie 1. *Balonik z wodorem.*	**1.1**	Skorzystanie z równania stanu gazu doskonałego do zapisania warunków zadania: oraz stwierdzenie, że temperaturę można uznać za stałą, gdyż w jeziorze zmienia się nieznacznie, czyli $T_1 \approx T_2$ dla balonika na dnie: $p_1 V_1 = n R T_1$ dla balonika tuż pod powierzchnią: $p_2 V_2 = n R T_2$	1	0-7
		Stwierdzenie, że ciśnienie na dnie wynosi: $p_1 = p_0 + \rho g h$	1	
		Zauważenie, że $p_0 = p_2$ więc jest mniejsze niż na dnie, stąd wzrost objętości	1	
	1.2	Prawidłowe podstawienie odpowiednich zależności (otrzymanie układu równań): $(p_0 + \rho g h) V_1 = n R T_1$ $p_0 V_2 = n R T_2$	1	
		Przeprowadzenie odpowiednich przekształceń i otrzymanie zależności między objętościami: $V_1 = \dfrac{n R T_1}{(p_0 + \rho g h)}$; $V_2 = \dfrac{n R T_2}{p_0}$ stąd $\underline{\dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{n R T_2}{p_0} \cdot \dfrac{(p_0 + \rho g h)}{n R T_1} = \dfrac{T_2}{T_1} \dfrac{(p_0 + \rho g h)}{p_0}}$ lub $\underline{\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{n R T_1}{(p_0 + \rho g h)} \cdot \dfrac{p_0}{n R T_2} = \dfrac{T_1}{T_2} \dfrac{p_0}{(p_0 + \rho g h)}}$ lub przez podzielenie równań stanu stronami: $\dfrac{(p_0 + \rho g h) V_1}{p_0 V_2} = \dfrac{n R T_1}{n R T_2}$ stąd $\underline{\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{T_1}{T_2} \dfrac{p_0}{(p_0 + \rho g h)}}$	1	

		Podstawienie prawidłowych danych (z temperaturą zamienioną na skalę K): $T_1 = t_1 + 273 = 283\,K \quad i \quad T_2 = t_2 + 273 = 298\,K$ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}\frac{\left(p_0 + \rho g h\right)}{p_0} = \frac{298}{283}\frac{\left(1{,}03\cdot 10^5 + 10^3\cdot 10\cdot 29\right)}{1{,}03\cdot 10^5} =$ $= 1{,}05\cdot\frac{\left(1{,}03\cdot 10^5 + 2{,}9\cdot 10^5\right)}{1{,}03\cdot 10^5} = 1{,}05\cdot\frac{3{,}93\cdot 10^5}{1{,}03\cdot 10^5} = 1{,}05\cdot 3{,}82 = 4{,}01 \approx 4$	1	
		więc $V_2 \cong 4V_1$ objętość balonika wzrosła około czterokrotnie lub $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}\frac{p_0}{\left(p_0 + \rho g h\right)} = \frac{283}{298}\cdot\frac{1{,}03\cdot 10^5}{\left(1{,}03\cdot 10^5 + 10^3\cdot 10\cdot 29\right)} =$ $= 0{,}95\cdot\frac{1{,}03\cdot 10^5}{3{,}93\cdot 10^5} = 0{,}95\cdot 0{,}26 = 0{,}25$ stąd $\underline{V_1 = \frac{1}{4}V_2}$	1	

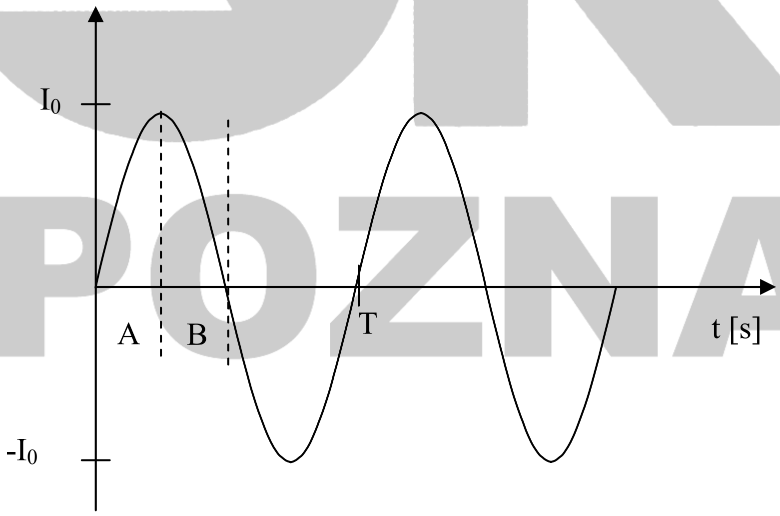
Zadanie			Punkty	Razem
Zadanie 2. ***Cień drzewa.***	**2.1**	Skorzystanie z prawa załamania: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_w}{n_0} = \frac{1{,}33}{1} = 1{,}33$ stąd $\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{1{,}33}$	1	0 – 7
		zauważenie związku: $\sin\alpha = \frac{L}{\sqrt{L^2 + h^2}}$	1	
		Wyznaczenie wartości : $\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{1{,}33} \Rightarrow \frac{1}{1{,}33}\frac{H}{\sqrt{H^2 + h^2}} = \frac{1}{1{,}33}\cdot\frac{12}{\sqrt{144+100}} = \frac{1}{1{,}33}\cdot\frac{12}{15{,}62}$ $\sin\beta = \frac{1}{1{,}33}0{,}77 = 0{,}58$ (stąd $\beta \cong 35^\circ$)	1	
	2.2		1	
		Obraz jest pozorny i powiększony (nie uznajemy informacji – prosty)	1	

	2.3	Zauważenie związku: $\sin\beta = \frac{L}{X'} = \frac{L}{\sqrt{L^2 + (h')^2}}$ Wyznaczenie wyrażenia na wysokość obrazu: $\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{1,33} = \frac{L}{\sqrt{L^2 + (h')^2}} \Rightarrow \frac{1}{1,33}\frac{L}{\sqrt{L^2 + h^2}} = \frac{L}{\sqrt{L^2 + (h')^2}}$ $\frac{1}{1,33}\frac{1}{\sqrt{L^2 + h^2}} = \frac{1}{\sqrt{L^2 + (h')^2}} \Rightarrow (0,75)^2\frac{1}{L^2 + h^2} = \frac{1}{L^2 + (h')^2}$ $0,56\left[L^2 + (h')^2\right] = L^2 + h^2;\quad 0,56\,(h')^2 = L^2(1-0,56) + h^2$ $h' = \sqrt{\frac{L^2(1-0,56)+h^2}{0,56}}$	1	
		wyznaczenie wysokości obrazu wraz z jednostką $h' = \sqrt{\frac{H^2(1-0,56)+h^2}{0,56}} = \sqrt{\frac{(12)^2\cdot 0,44 + (10)^2}{0,56}} =$ $= \frac{1}{0,75}\sqrt{63,36+100} = 1,33\cdot 12,78 = 16,99 \approx 17m$	1	

Zadanie 3. ***Elektron w polu magnetycznym***	**3.1**	Wyznaczenie wyrażenia : $$v_{równ.} = v\ \cos\alpha = 3{,}48 \cdot 10^5\, m/s$$	1	0 – 10
		Wartość nie zmienia się – ruch elektronu jest jednostajny prostoliniowy	1	
		Wyznaczenie : $$v_{prostop.} = v \sin\alpha = 2 \cdot 10^5\, m/s$$	1	
		Wartość nie zmienia się ale zmienia się jako wektor – ruch elektronu to jednostajny po okręgu	1	
	3.2	Zauważenie, że $$F_L = F_d \text{ i } F_L = qv_{prost.}B \text{ oraz } F_d = \frac{mv^2}{R} \text{ i dalej:}$$ $$F_L = F_d\ ;\quad e_0 v_{prostop} B = \frac{m_e v_{protop}^2}{R}$$	1	
		Zastosowanie wyrażenia: $v_{prostop} = \dfrac{2\pi R}{T}$	1	
		Wyznaczenie wyrażenia na T: $$v_{prostop} = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow \quad T = \frac{2\pi m_e}{e_0 B}$$ W przypadku bezpośredniego skorzystania z ostatecznej postaci T przyznajemy 3p	1	
		Obliczenie wartości T: $$T = \frac{2\pi m_e}{e_0 B} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 8{,}93 \cdot 10^{-9}\, s \approx 8{,}9 \cdot 10^{-9}\, s \approx 9ns$$ Przy użyciu wartości π z kalkulatora T = $8{,}94 \cdot 10^{-9}$s	1	
	3.3	Zapisanie wzoru na skok: $s = v_{równ.} \cdot T$	1	
		Obliczenie s: $s = v_{równ.}T = T\,v\cos\alpha = \dfrac{2\pi m_e}{e_0 B} v\cos\alpha$	1	
		Wyznaczenie wartości s: $$s = \frac{2\pi m_e}{e_0 B} v\cos\alpha = 8{,}93 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0{,}87 = 3{,}1 \cdot 10^{-3}\, m = 3mm$$	1	

Zadani *Pasy bezpieczeństwa 4.*	4.1	Stwierdzenie, że siła musi być równa tarciu: $\vec{F} = -\vec{T}$	1	0 - 15
		Zauważenie, że zmiana pędu podczas zatrzymywania samochodu $\Delta\vec{p} = \vec{p}_k - \vec{p}_0 = m\vec{v}_k - m\vec{v}_0 = -m\vec{v}_0$ w kierunku przeciwnym do pędu pocz.	1	
		Skorzystanie z II zasady dynamiki: $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}\ ;\quad \vec{F} \cdot \Delta t = -m\,\vec{v}_{kier} \Rightarrow \vec{F} = -\frac{m\,\vec{v}_{kier}}{\Delta t}$ gdzie minus oznacza siłę hamującą	1	
		Wyznaczenie wartości siły hamującej działającej na kierowcę: $F_{kier} = \frac{m_{kier}\ v}{\Delta t} = \frac{80 \cdot 90 \frac{1000}{3600}}{2} = 1000N$, (gdzie $v = 90km/h = 25m/s$)	1	
	4.2	Wyznaczenie analogicznej siły działającej na pasażera: $F_{pas} = \frac{m_{pas}\ v}{\Delta t} = \frac{60 \cdot 25}{2} = 750N$	1	
	4.3	Stwierdzenie, że gdy samochód hamuje a pasażer kontynuuje swój ruch jednostajny to przebywa do wewnętrznej części kabiny odległość: $d_1 = v_0\, t_1$	1	
		W tym samym czasie kabina hamującego samochodu przebywa odległość: $d_2 = v_0\, t_1 - \frac{1}{2}at_1^2$	1	
		Stwierdzenie, że szyba jest spowalniana w tym czasie przez: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25}{2} = 12{,}5\,m/s^2$	1	
		Wyznaczenie czasu, po jakim pasażer zderzy się z szybą Zauważenie, że $d_1 - d_2 = 0{,}5\,m$ i dalej $d_2 = d_1 - \frac{1}{2}at_1^2\ ;\ d_1 - d_2 = \frac{1}{2}at_1^2 \quad \Rightarrow t^2 = \frac{2(d_1 - d_2)}{a}$	1	
		stąd $t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}5}{12{,}5}} = 0{,}28s$ *w układzie odniesienia związanym z kabiną obliczenia są krótsze, wynik końcowy musi być prawidłowy*	1	
	4.4	Obliczenie zmiany prędkości po czasie po którym następuje zderzenie z szybą: $\Delta v = a\,t_1 = 12{,}5 \cdot 0{,}28 = 3{,}5\,m/s$	1	
	4.5	Jeżeli zderzenie trwa t_2=0,1s to: wyrażenie na siłę: $F_2 = \frac{m_{pas}\Delta v}{t_2}$	1	

		Podanie wartości: $$F_2 = \frac{m_{pas}\Delta v}{t_2} = \frac{60 \cdot 3,5}{0,1} = 2100\,N = 2,1kN$$	1	
	4.6	Zauważenie, że łączna siła działająca na pasażera: $F_{pas} + F_2 = 750 + 2100 = 2850N$	2	

Zadanie 5. *Ramka*	5.1	Skorzystanie z prawa Faradaya dla indukcji elektromagnetycznej $$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$ oraz zastosowanie wzoru na strumień wektora indukcji $\phi = BS\cos\omega t$ lub zastosowanie wzoru na SEM prądnicy Poprawne zapisanie wyrażenia na siłę elektromotoryczną $$\varepsilon = 2\pi Bfb^2 \sin 2\pi ft$$	1	0 - 6
		Poprawne zapisanie wyrażenia na amplitudę siły elektromotorycznej $$\varepsilon_0 = 2\pi Bfb^2 = 2\pi Bb^2\frac{1}{T}$$	1	
	5.2		2	
	5.3	A – płaszczyzna ramki równolegle; B – płaszczyzna ramki prostopadle do linii pola magnetycznego	2	

Zadanie 6. *Łyżeczka sadzy*	Stwierdzenie, że numer porządkowy w układzie okresowym Mendelejewa wynosi 6, to dookoła jądra atomu krąży 6 elektronów: $n_e = 6$ *W przypadku poprawnego obliczenia końcowej liczby elektronów poprzez pomnożenie przez 6 uznajemy punkt*	1	0 – 5
	Wyznaczenie liczby atomów węgla w zadanej objętości 5 cm^3. Zgodnie z prawem Avogadra w 1molu węgla, a więc w 12g znajduje się $N_A = 6{,}02\cdot 10^{23}$ atomów	1	
	Korzystając z gęstości węgla $\rho = 2{,}27 g/cm^3$, obliczamy ilość atomów w 1 cm^3 : $N_1 = N_A \dfrac{\rho}{\mu}$	1	
	W łyżeczce znajduje się $N = 5\cdot N_1 = 5\cdot N_A \dfrac{\rho}{\mu}$ atomów węgla, a więc $N = 5\cdot N_1 = 5\cdot 6{,}02\cdot 10^{23} \dfrac{2{,}27}{12} = 30{,}11\cdot 0{,}19\cdot 10^{23} = 5{,}69\cdot 10^{23}$ atomów węgla *Uznajemy również odpowiedź $5{,}72\cdot 10^{23}$ atomów – wynikająca z zaokrągleń.*	1	
	Obliczenie liczby elektronów: $N_e = n_e \cdot N = 6\cdot 5{,}69\cdot 10^{23} = 34{,}14\cdot 10^{23}$	1	

Zadanie 7. *Stempel drewniany*	**7.1**	Stwierdzenie, że podczas upadku ruch stempla spowodowany jest działaniem siły ciężkości a obrót następuje wokół osi przechodzącej przez jego dolny koniec. Zatem zmiana energii potencjalnej: $\Delta E_p = -M \cdot g \cdot h$, ale środek masy obniży się o $h = R$, więc $\Delta E_p = -M \cdot g \cdot R$	1	0 - 10
		Prawidłowe zapisanie zasady zachowania energii: $\Delta E_k + \Delta E_p = 0$ oraz podanie, że ubytek energii potencjalnej odbywa się na korzyść energii kinetycznej ruchu obrotowego: $\Delta E_k = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$	1	
		Moment bezwładności pręta względem środka jest sumą momentów bezwładności dwóch prętów o długościach R względem ich końców, każdy pręt o masie ½ M, a więc moment bezwładności pręta względem końca $I = \frac{1}{3} M l^2 = \frac{4}{3} M R^2$ *Można zastosować Twierdzenia Steinera*	1	
		Otrzymanie wyrażenia na prędkość kątową: $\Delta E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{3} MR^2 \omega^2 = \frac{4}{6} MR^2 \omega^2$ $\frac{4}{6} M R^2 \omega^2 - \frac{1}{4} M g R = 0$; $4 \frac{1}{6} M R^2 \omega^2 = \frac{1}{4} M g R$ $\omega^2 = \frac{3g}{2R} \Rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{3g}{2R}} = \sqrt{\frac{3g}{l}}$	1	
		Podanie wartości liczbowej wraz z jednostką: $\omega = \sqrt{\frac{3 \cdot 10}{4}} = \sqrt{7{,}5} = 2{,}74 s^{-1}$	1	
	7.2	Stwierdzenie zależności w ruchu obrotowym i wyznaczenie wyrażenia na prędkość liniową v_1: $v_1 = \omega R = \omega \frac{1}{2} l = \frac{1}{2} \sqrt{3gl}$	1	
		Obliczenie wartości: $v_1 = \frac{1}{2} \sqrt{30 \cdot 4} = \frac{1}{2} \sqrt{120} = 5{,}48 m/s$	1	
		wyznaczenie wyrażenia na prędkość liniową v_2: $v_2 = \omega 2R = \omega l = \sqrt{3gl}$ Obliczenie wartości: $v_2 = \sqrt{30 \cdot 4} = \sqrt{120} = 11 m/s$	1	
	7.3	Wyznaczenie energii kinetycznej stempla w chwili zderzenia z podłogą: $\Delta E_p = \Delta E_k$ lub $\Delta E_k = \frac{1}{6} M l^2 \omega^2 = \frac{1}{6} M \frac{3g}{l} l^2 = \frac{1}{2} Mgl$	1	
		Obliczenie wartości: $\Delta E_k = \frac{1}{2} Mgl = \frac{1}{2} \cdot 170 \cdot 10 \cdot 4 = 3400 J = 3{,}4 kJ$	1	

RAZEM	**60**