WPISUJE ZDAJĄCY

KOD ZDAJĄCEGO

symbol klasy | symbol zdającego

PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY
Z NOWĄ ERĄ
FIZYKA – POZIOM ROZSZERZONY

STYCZEŃ 2021

Czas pracy: 180 minut

Liczba punktów do uzyskania: 60

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera **20** stron (zadania **1–13**). Ewentualny brak stron zgłoś nauczycielowi nadzorującemu egzamin.
2. Odpowiedzi do każdego zadania zapisz w miejscu na to przeznaczonym.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o podaniu jednostek.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki,* linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie wpisz swój kod.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla osoby sprawdzającej.

Powodzenia!

Copyright by Nowa Era Sp. z o.o.

Zadanie 1. (0–2)

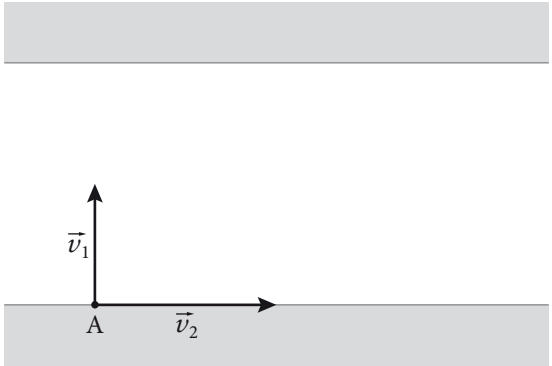
Po przejechaniu 100 km kierowca ustalił, że komputer samochodu wskazuje średnią wartość prędkości 72 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Następny odczyt wykonał 50 minut później, po zakończeniu podróży. Komputer wskazał 58 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ na całej trasie.

Oblicz długość trasy i całkowity czas jazdy.

Zadanie 2.

Motorówka przepływa na drugi brzeg rzeki tak, że jej prędkość $\vec{v}_1$ względem wody ma stałą wartość 1 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ i jest cały czas prostopadła do brzegu. Prędkość wody względem brzegów $\vec{v}_2$ ma stałą wartość 1,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ i jest równoległa do brzegu. Szerokość rzeki wynosi 75 m.

Na rysunku wektory prędkości przedstawiono w tej samej skali.



Zadanie 2.1. (0–3)

Na rysunku powyżej wyznacz graficznie punkt B, w którym motorówka osiągnie drugi brzeg, i ustal jego odległość od punktu A.

Zadanie 2.2. (0–1)

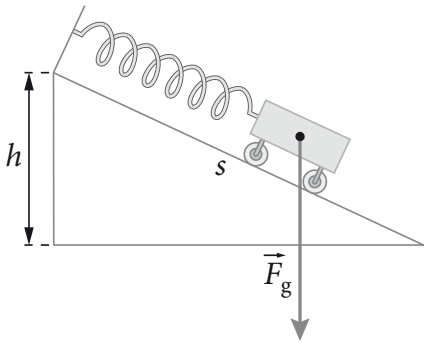
Przyjmij, że cała moc silnika równa 1,2 kW jest wykorzystywana do pokonywania siły oporu wody.

Oblicz wartość tej siły.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	1	2.1	2.2
	Maks. liczba pkt	2	3	1
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 3.

Na równi pochyłej, której kąt nachylenia do poziomu można zmieniać, ustawiono wózek o masie $m = 0{,}8$ kg doczepiony do sprężyny o współczynniku sprężystości k. Drugi koniec sprężyny zamocowano na szczycie równi (jak na rysunku).



Zadanie 3.1. (0–2)

Na rysunku powyżej rozłóż siłę grawitacji $\vec{F}_g$ na dwie siły składowe – równoległą do równi $\vec{F}_1$ i prostopadłą do równi $\vec{F}_2$. Dorysuj wektory pozostałych sił działających na wózek, gdy jest on w spoczynku. Oznacz te siły. Pomiń siłę tarcia.

Zadanie 3.2. (0–4)

Zmierzono wydłużenie sprężyny Δx dla kilku różnych wysokości równi h przy stałej długości równi $s = 50$ cm. Wydłużenie sprężyny wyznaczano z dokładnością ± 1 cm. Wyniki zapisano w tabeli.

h [cm]	10	15	20	25	30
Δx [cm]	5	7	10	12	15

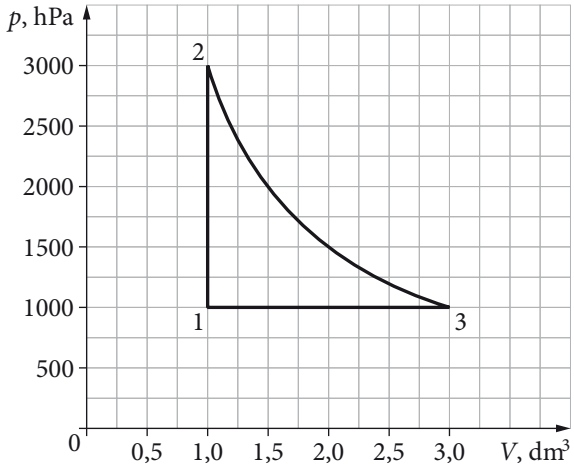
Narysuj wykres zależności wydłużenia sprężyny Δx od wysokości równi h. Zaznacz niepewności pomiarowe wydłużenia sprężyny.

Wykorzystaj w przybliżeniu najlepiej dopasowaną prostą i oblicz współczynnik sprężystości sprężyny *k*.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	3.1	3.2
	Maks. liczba pkt	2	4
	Uzyskana liczba pkt		

Zadanie 4.

Silnik cieplny, w którym substancją roboczą jest 0,04 mola gazu doskonałego o cieple molowym $C_V = 12,5\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, pracuje w cyklu przedstawionym na wykresie. Podczas przemiany $2 \to 3$ temperatura gazu jest stała. W jednym cyklu silnik wykonuje pracę całkowitą 130 J, a sprawność silnika $\eta = 20,6\ \%$.



Zadanie 4.1. (0–3)

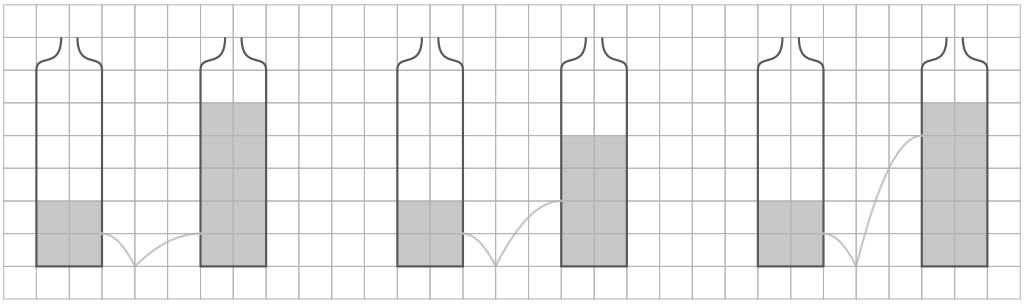
Oblicz ciepło pobrane przez gaz w przemianach $1 \to 2$ i $2 \to 3$. Przyjmij, że podczas przemiany $1 \to 2$ gaz ogrzewa się o 600 K.

Zadanie 4.2. (0–2)

Oblicz ciepło oddane przez gaz w przemianie $3 \to 1$.

Zadanie 5.

Prędkość wypływu wody przez otwór w butelce zależy od ciśnienia hydrostatycznego wody na poziomie otworu. Im wyższe ciśnienie, tym prędkość wypływu wody jest większa. Na rysunku przedstawiono trzy doświadczenia, w których zastosowano butelki z jednakowymi otworami na różnych wysokościach. Nalano do nich wodę, jak na rysunkach.



A. **B.** **C.**

Zadanie 5.1. (0–1)

Wybierz spośród A–C doświadczenie, które bezpośrednio pozwoli stwierdzić, że ciśnienie hydrostatyczne zależy od wysokości słupa wody. Uzasadnij swój wybór.

Zadanie 5.2. (0–1)

Wybierz spośród A–C doświadczenie, które bezpośrednio pozwoli stwierdzić, że zasięg strumienia wody zależy od wysokości, na jakiej znajduje się otwór. Uzasadnij swój wybór.

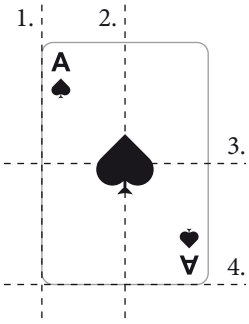
Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	4.1	4.2	5.1	5.2
	Maks. liczba pkt	3	2	1	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 6.
Talia zawiera 52 karty o jednakowych wymiarach i takiej samej masie.

Zadanie 6.1. (0–2)
Talię zważono z dokładnością do 1 g. Jej masa wynosiła 66 g.

Oblicz masę pojedynczej karty i zapisz wynik wraz z niepewnością pomiaru.

Zadanie 6.2. (0–1)
Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

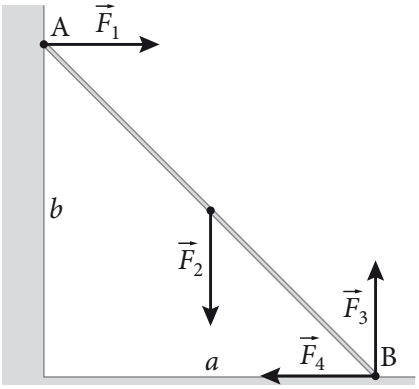


Moment bezwładności karty jest największy względem osi

A. 1. **B.** 2. **C.** 3. **D.** 4.

Zadanie 6.3. (0–2)

Kartę oparto o gładką pionową ścianę. Wektory działających na nią sił przedstawiono na rysunku.



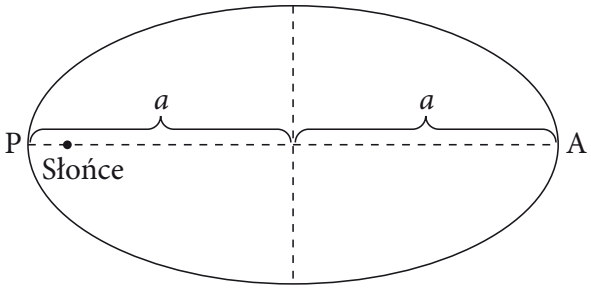
Karta pozostanie w spoczynku, jeżeli siły i momenty sił działających na kartę będą się równoważyć.

Zapisz równania wyrażające warunki równowagi dla sił oraz momentów sił względem punktu A lub B. Użyj tylko oznaczeń występujących na rysunku.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	6.1	6.2	6.3
	Maks. liczba pkt	2	1	2
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 7.

Kometa Enckego ma bardzo wydłużoną orbitę i najkrótszy okres obiegu spośród wszystkich znanych komet. Punkt na jej orbicie leżący najbliżej Słońca (P – peryhelium) znajduje się w odległości 0,33 au, a punkt leżący najdalej od Słońca (A – aphelium) – w odległości 4,11 au od naszej gwiazdy (jak na rysunku).



a – wielka półoś elipsy

Zadanie 7.1. (0–2)

Trzecie prawo Keplera dla orbit eliptycznych ma podobną postać jak dla orbit kołowych $\left(\frac{T^2}{r^3} = \text{const}\right)$; we wzorze promień orbity zastępujemy wielką półosią elipsy a $\left(\frac{T^2}{a^3} = \text{const}\right)$.

Oszacuj okres obiegu komety Enckego wokół Słońca.

Zadanie 7.2. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Jeśli wektor siły grawitacji działającej na kometę tworzy z wektorem jej prędkości kąt mniejszy od 90°, to kometa przyspiesza.	**P**	**F**
2.	W peryhelium na kometę działa ok. 12,5 razy większa siła grawitacyjnego przyciągania Słońca niż w aphelium.	**P**	**F**
3.	Wartość siły grawitacji, z jaką kometa przyciąga Słońce, jest mniejsza od wartości siły grawitacji, z jaką Słońce przyciąga kometę.	**P**	**F**

Zadanie 7.3. (0–3)

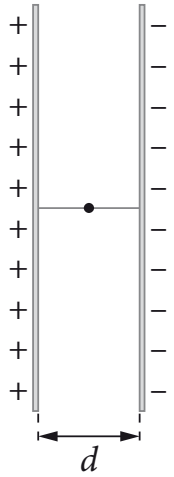
Przyjmij, że energia kinetyczna komety w aphelium jest równa E_A.

Wyznacz energię kinetyczną komety w peryhelium E_p oraz zmianę jej energii potencjalnej grawitacji $|\Delta E_{pot}| = |E_{pot\,P} - E_{pot\,A}|$ pomiędzy aphelium a peryhelium.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	7.1	7.2	7.3
	Maks. liczba pkt	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 8.

Równoległe, pionowe, płaskie płyty o wymiarach 20 cm × 20 cm są odległe od siebie o d = 5 cm. Na rozpiętej między nimi nieprzewodzącej nici umieszczono miedziany koralik, którego masa wynosi 0,2 g, a średnica jest mała w porównaniu z odległością d. Napięcie między płytami jest cały czas równe 1000 V, między płytami panuje próżnia, a koralik ślizga się po nici bez tarcia.



Zadanie 8.1. (0–1)

Oblicz ładunek elektryczny zgromadzony w kondensatorze utworzonym przez płyty.

Zadanie 8.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania, tak aby były prawdziwe. Podkreśl właściwe określenia wybrane spośród podanych w nawiasach.

W obszarze, w którym znajduje się nić z koralikiem, pole elektryczne można z dobrym przybliżeniem uznać za jednorodne, co oznacza, że natężenie pola jest jednakowe (*w każdym punkcie / w każdej chwili*). Linie pola między płytami zwrócone są (*w lewo / w prawo*).

Zadanie 8.3. (0–3)

W zetknięciu z płytą koralik uzyskuje ładunek ok. 0,2 nC.

Oblicz przyspieszenie koralika w ruchu po nici oraz czas, po jakim uderzy on w drugą płytę. Przyjmij, że dotknięcie płyty przez koralik nie zmienia napięcia między płytami.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	8.1	8.2	8.3
	Maks. liczba pkt	1	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 9.

Uczniowie wyznaczali opór nieznanego opornika, korzystając z prawa Ohma. Przygotowali cztery jednakowe ogniwa o sile elektromotorycznej 1,50 V każde i łączyli je kolejno szeregowo w baterię. Do pomiarów użyli tylko jednego miernika – amperomierza, którego opór był pomijalnie mały. Za wartość napięcia na oporniku przyjęli siłę elektromotoryczną baterii ogniw.

Wyniki pomiarów i obliczeń zawiera tabela.

Lp.	$\mathcal{E}$ **[V]**	I **[A]**	R **[Ω]**	ΔR **[Ω]**
1.	1,50	0,14	10,7	0,4
2.	3,00	0,25	12,0	0,4
3.	4,50	0,35	12,9	0,4
4.	6,00	0,43		

Zadanie 9.1. (0–1)

Pomiary zostały wykonane w obwodzie, którego niepełny schemat przedstawiono na rysunku. Znalazły się w nim opornik oraz dwa punkty obwodu oznaczone (+) i (–).

Uzupełnij powyższy schemat tak, aby przedstawiał obwód użyty w pomiarze 2. Obwód powinien zawierać odpowiednio podłączony miernik.

Zadanie 9.2. (0–2)

Wykonaj odpowiednie obliczenia i uzupełnij ostatni wiersz tabeli. Przyjmij względną niepewność oporu równą 3%.

Zadanie 9.3. (0–2)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Opór zapisano w tabeli z dokładnością do trzech cyfr znaczących.	**P**	**F**
2.	Uwzględniając niepewność pomiaru, można uznać, że opór opornika uzyskany w pomiarach 2. i 3. jest taki sam.	**P**	**F**
3.	Natężenie prądu w obwodzie wzrastało proporcjonalnie do liczby ogniw połączonych w baterię.	**P**	**F**
4.	Podczas pomiarów miernik mógł być ustawiony na zakres 200 mA.	**P**	**F**

Zadanie 9.4. (0–3)

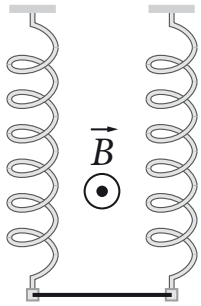
W doświadczeniu użyto opornika o oporze 10 Ω. Jeden z uczniów stwierdził, że otrzymane wyniki są różne od 10 Ω, ponieważ nie został uwzględniony opór wewnętrzny ogniwa.

Wykorzystaj wartość natężenia prądu odczytaną w pomiarze 2. i oblicz opór wewnętrzny pojedynczego ogniwa.

Wypełnia sprawdzający	**Nr zadania**	**9.1**	**9.2**	**9.3**	**9.4**
	Maks. liczba pkt	**1**	**2**	**2**	**3**
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 10.

Metalowy pręt o długości l = 10 cm zamocowano poziomo do dwóch sprężyn. Współczynnik sprężystości jednej sprężyny wynosi $k = 100\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$. Całość umieszczono w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B = 50 mT, prostopadłym do pręta (jak na rysunku). Pręt, początkowo wychylony lekko w dół, wykonuje w płaszczyźnie pionowej drgania o amplitudzie A = 1 cm. Okres tych drgań jest równy T = 0,14 s. Opory ruchu pomijamy.



Zadanie 10.1. (0–2)

Oblicz masę metalowego pręta.

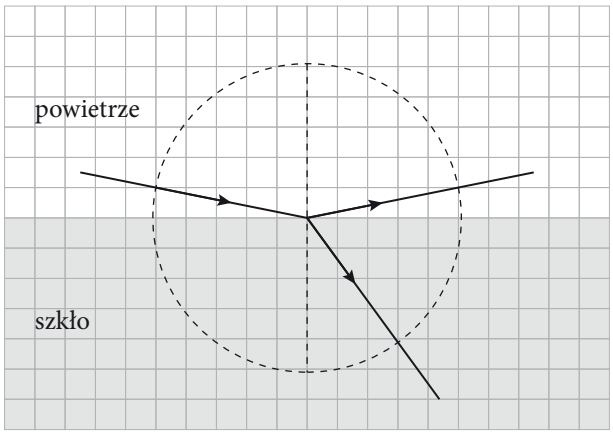
Zadanie 10.2. (0–3)

Metalowy pręt doczepiono do sprężyn za pomocą plastikowych końcówek.

Oblicz maksymalne napięcie, jakie indukuje się między końcami pręta podczas drgań.

Zadanie 11.

Na podstawie doświadczenia przedstawiono bieg promieni – padającego oraz odbitego i załamanego na powierzchni szkła (jak na rysunku). Linie przerywane mają charakter pomocniczy.



Zadanie 11.1. (0–2)

Korzystając z rysunku, wyznacz współczynnik załamania szkła.

Zadanie 11.2. (0–1)

Wiadomo, że współczynnik załamania światła w szkle, z którego korzystano, jest mniejszy od 2.

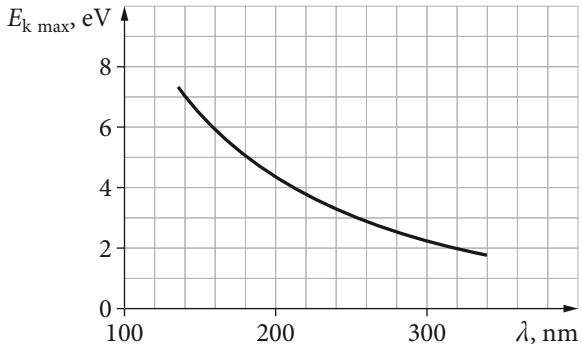
Czy promień odbity jest w tej sytuacji całkowicie spolaryzowany? Uzasadnij odpowiedź, korzystając z poniższej informacji.

Promień odbity jest całkowicie spolaryzowany, jeżeli kąt padania α_B, dla którego zachodzi to zjawisko, spełnia warunek $\mathrm{tg}\alpha_B = n$, gdzie n jest współczynnikiem załamania szkła (w przypadku tego zadania). Kąt ten nazywamy kątem Brewstera.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	10.1	10.2	11.1	11.2
	Maks. liczba pkt	2	3	2	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 12.

Na wykresie przedstawiono, jak zmienia się maksymalna energia kinetyczna elektronów wybijanych z pewnego metalu w zależności od długości fali promieniowania padającego na ten metal.



Zadanie 12.1. (0–2)

Oblicz pracę wyjścia elektronów z metalu, dla którego wykonano wykres.

Zadanie 12.2. (0–2)

Atom wodoru emituje foton podczas przeskoku elektronu $n \rightarrow k$, czyli z wyższego poziomu energetycznego na niższy poziom energetyczny . Długość fali emitowanego fotonu można bezpośrednio obliczyć ze wzoru Rydberga $\frac{1}{\lambda} = 1{,}097 \cdot 10^7 \cdot \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$, gdzie λ wyraża się w metrach.

Wykonaj konieczne obliczenia i sprawdź, czy w zakresie długości fal, dla których wykonano wykres, znajdują się linie widmowe wodoru należące do pierwszej serii (Lymana) lub drugiej serii (Balmera).

Zadanie 13.

Wodór jest najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem we Wszechświecie, stanowiącym około 90% masy obserwowanego Wszechświata. Zwykły wodór ^{1}H stanowi 99,985% całego naturalnie występującego wodoru, deuter 0,015%, a tryt ^{3}H tylko ok. 10^{-16}%.

Tryt powstaje w sposób naturalny w atmosferze w reakcji szybkiego neutronu ($E > 4$ MeV) z jądrem azotu $^{14}_{7}N$. Jest izotopem promieniotwórczym ulegającym rozpadowi beta minus, z czasem połowicznego rozpadu 12,3 roku. Roczna naturalna produkcja trytu w atmosferze wynosi ok. 0,15 kg–0,20 kg, a całkowita ilość trytu wytwarzanego w ten sposób jest równa około 3,5 kg.

Oprócz naturalnych źródeł trytu istnieje wiele źródeł związanych z działalnością człowieka. Tryt pochodzący z tych źródeł stanowi przeważającą część globalnej ilości trytu. Źródła trytu stanowią: opady z testów broni jądrowej, reaktory jądrowe, zakłady przerobu paliwa, zakłady produkcji ciężkiej wody i produkcja komercyjna, np. do diagnostyki medycznej. W reaktorach tryt wytwarza się, bombardując neutronami jądra litu ^{6}Li. Podczas testów broni jądrowej w latach 1945–1963 przedostało się do środowiska około 650 kg trytu.

Na podstawie: https://nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads/Investigation_of_Environmental_Fate_of_Tritium_in_the_Atmosphere_INFO-0792_e.pdf [odczyt 3.02.2020]; https: //www.irsn.fr/EN/Research/publications-documentation/radionuclides-sheets/environment/Pages/Tritium-environment.aspx [odczyt 3.02.2020]

Zadanie 13.1. (0–2)

Zapisz schematy opisanych reakcji powstawania jąder trytu w atmosferze i reaktorze jądrowym. W zapisie uwzględnij liczby atomowe i masowe oraz symbole cząstek i pierwiastków.

Zadanie 13.2. (0–1)

Zapisz reakcję rozpadu jądra trytu. W zapisie uwzględnij liczby atomowe i masowe oraz symbole cząstek i pierwiastków.

Zadanie 13.3. (0–2)

Oszacuj masę trytu pozostałego do chwili obecnej z trytu uwolnionego podczas testów broni jądrowej (bez uwzględnienia produkcji naturalnej). Przyjmij, że cała masa trytu została uwolniona w 1963 roku.

Wypełnia sprawdzający	Nr zadania	12.1	12.2	13.1	13.2	13.3
	Maks. liczba pkt	2	2	2	1	2
	Uzyskana liczba pkt					

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)