

**UZUPEŁNIA ZDAJĄCY**

| KOD                  |                      |                      | PESEL                |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

miejsce  
na naklejkę

## EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI POZIOM ROZSZERZONY

DATA: **16 maja 2016 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS PRACY: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

### Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 18 stron (zadania 1–16). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
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. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.



MFA-R1\_1P-162



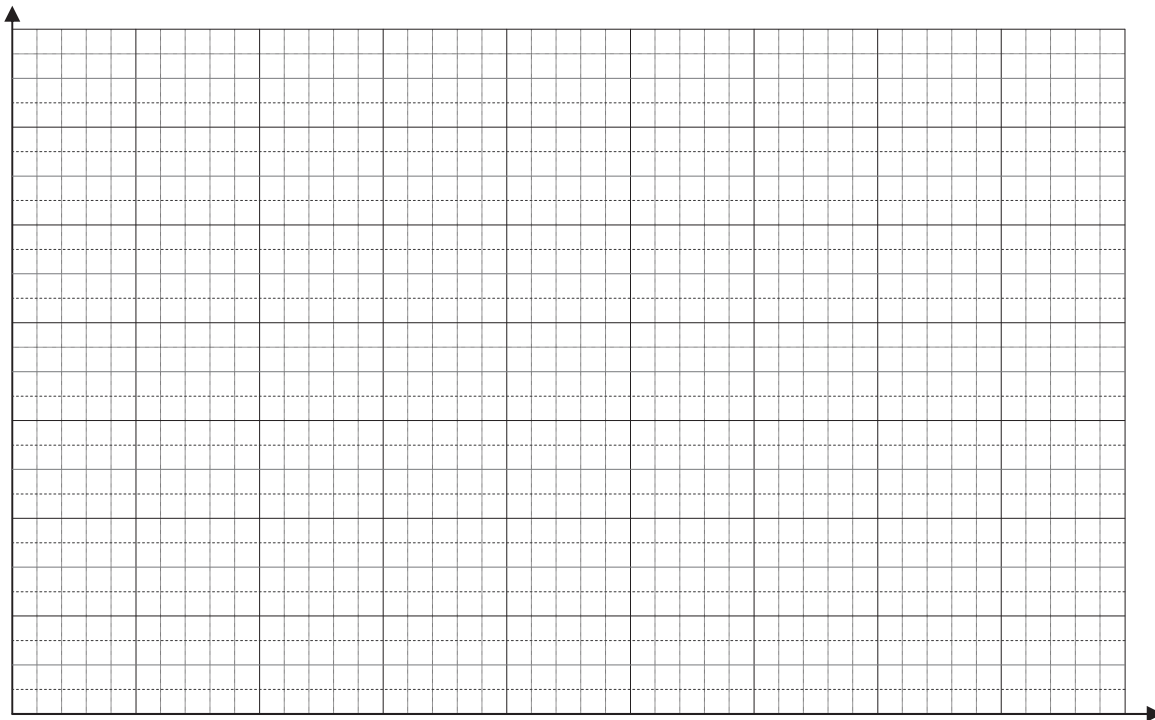
**Zadanie 1.**

Wózek poruszał się bez tarcia (np. na torze powietrznym) po poziomej prostej (osi  $x$ ) i odbił się od nieruchomej przeszkody. Zarejestrowano kolejne położenia wózka w odstępach co 0,1 s, a wyniki przedstawiono w poniższej tabeli. Dokładność pomiarów położenia wynosiła 5 cm.

|         |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t, s$  | 0  | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| $x, cm$ | 15 | 40  | 70  | 95  | 125 | 120 | 100 | 80  | 60  |

**Zadanie 1.1. (0–5)**

a) Wykonaj wykres zależności  $x(t)$  i zaznacz na wykresie niepewności  $x$ . Pomiary czasu przyjmij za dokładne.



b) Na podstawie wykresu ustal czas odbicia (z dokładnością do 0,02 s) i położenie wózka w tej chwili (z dokładnością do 5 cm).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



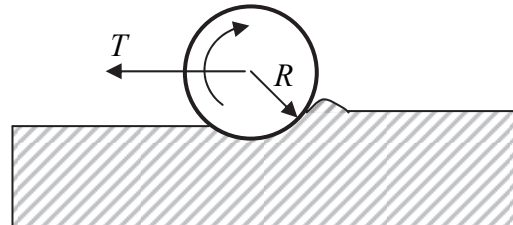




**Zadanie 5.**

Siła tarcia występuje nie tylko w przypadku poślizgu (tarcie poślizgowe) lub styku powierzchni dwóch ciał wzajemnie nieruchomych i próby ich przesunięcia (tarcie statyczne). Podczas toczenia się walca po poziomej powierzchni występuje tarcie toczne. Opór toczenia jest spowodowany innymi zjawiskami niż w tarcu poślizgowym lub statycznym. Jego przyczyną jest zjawisko odkształcenia podłoża i – często – również toczącego się ciała. Styk między nimi nie zachodzi w jednym punkcie, lecz na pewnym obszarze.

Działającą na walec siłę tarcia tocznego  $T$  (patrz rysunek) obliczamy ze wzoru  $T = \frac{f}{R} F_N$ , gdzie:  $F_N$  – siła nacisku walca na podłoże,  $R$  – promień walca,  $f$  – współczynnik tarcia tocznego, zależny od rodzaju powierzchni.



**Zadanie 5.1. (0–2)**

Oceń prawdziwość poniższych zdań, korzystając z podanych informacji. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

|    |   |          |          |
|----|---|----------|----------|
| 1. | Współczynnik tarcia tocznego wyrażamy w metrach.  | <b>P</b> | <b>F</b> |
| 2. | Gdy powierzchnia, po której toczy się nieodkształcalny (sztywny) walec, jest całkowicie nieodkształcalna, współczynnik tarcia tocznego $f$ jest równy zero.         | <b>P</b> | <b>F</b> |
| 3. | Na dwa stalowe walce o jednakowych masach i różnych promieniach, toczące się po tej samej, poziomej powierzchni, działa taka sama siła tarcia tocznego.             | <b>P</b> | <b>F</b> |
| 4. | Jeżeli dwa wózki mają tę samą masę, a osie ich kół obracają się bez tarcia, to po tym samym równym poziomym podłożu łatwiej jest ciągnąć wózek o mniejszych kołach. | <b>P</b> | <b>F</b> |

**Zadanie 5.2. (0–1)**

Dwa stalowe walce o jednakowych masach i długościach oraz różnych promieniach toczą się po tej samej poziomej powierzchni. Możesz przyjąć, że jednakowa masa wynika stąd, że walec o większym promieniu jest wydrążony.

Zaznacz właściwe dokończenie zdania wybrane spośród A–C oraz jego poprawne uzasadnienie wybrane spośród 1.–3.

Dla walca o większym promieniu głębokość odkształcenia podłoża jest

|    |            |          |    |   |
|----|------------|----------|----|---|
| A. | większa,   | ponieważ | 1. | ciśnienie wywierane przez walec na podłoże jest mniejsze. |
| B. | taka sama, |          | 2. | masa toczącego się walca i jego ciężar się nie zmieniają. |
| C. | mniejsza,  |          | 3. | ciśnienie wywierane przez walec na podłoże jest większe.  |







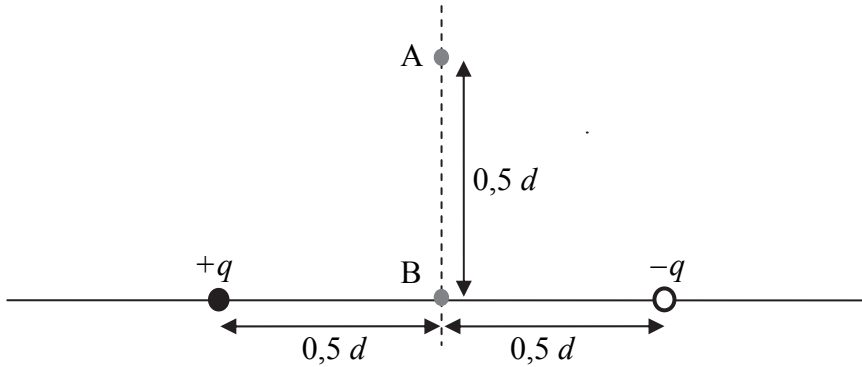


**Zadanie 10.**

Dipol elektryczny to układ dwóch różnoimiennych ładunków o tej samej wartości bezwzględnej  $q$ , umieszczonych w odległości  $d$  od siebie. Momentem dipolowym  $\vec{p}$  nazywamy wektor o wartości  $p = q \cdot d$ , zwrócony od ładunku ujemnego do dodatniego.

Natężenie pola elektrostatycznego układu ładunków można wyznaczyć jako wektorową sumę natężeń pól wytwarzanych przez każdy ładunek z osobna.

**Zadanie 10.1. (0–2)**

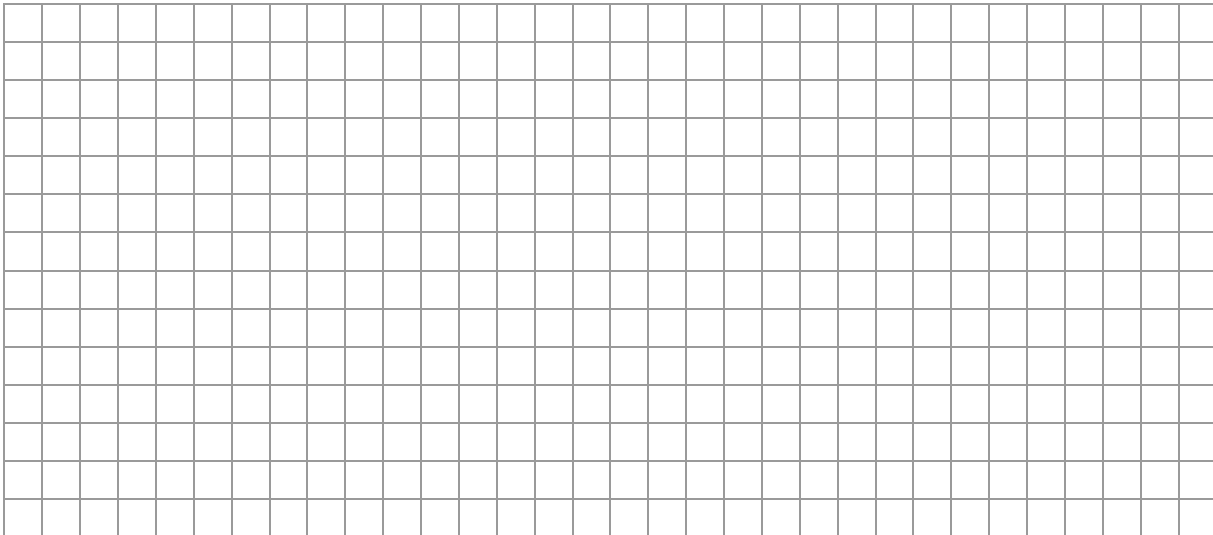


Stosując metodę dodawania wektorów, skonstruuj na rysunku powyżej wektor natężenia pola  $\vec{E}$  w punkcie A leżącym na symetralnej dipola w odległości  $0,5d$  od jego osi.

**Zadanie 10.2. (0–2)**

Parametry przedstawione na rysunku do zadania 10.1. mają wartości  $d = 10^{-2} \text{ m}$ ,  $q = 10^{-12} \text{ C}$ . Ładunki znajdują się w próżni.

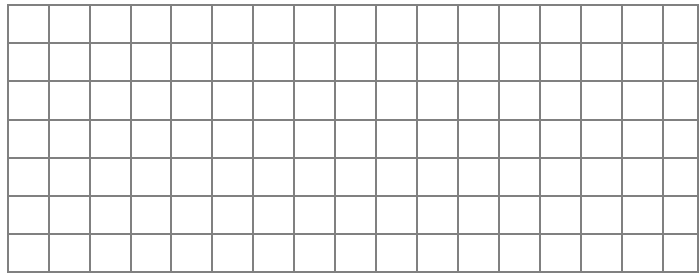
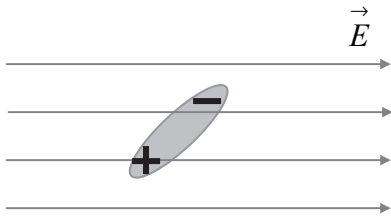
**Oblicz wartość natężenia pola w punkcie B.**



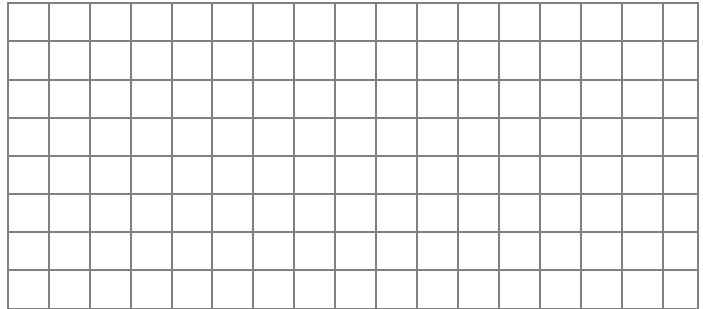
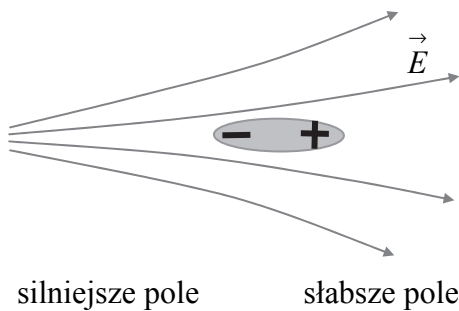
**Zadanie 10.3. (0–2)**

Opisz, jak zachowa się swobodny dipol umieszczony w:

a) **jednorodnym polu elektrostatycznym, ustawiony ukośnie**

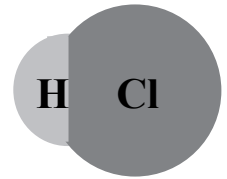


b) **niejednorodnym polu elektrostatycznym, ustawiony równoległe do pola.**



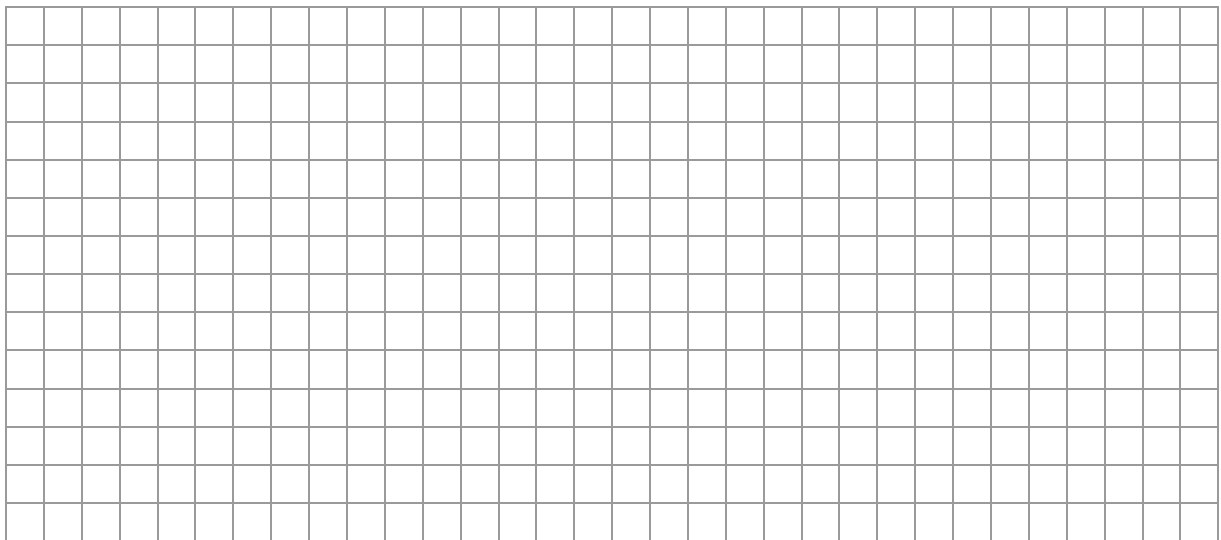
**Zadanie 10.4. (0–3)**

Przykładem dipola jest cząsteczka chlorowodoru (HCl), w której wiązanie chemiczne polega na utworzeniu wiążącej pary elektronowej przez atomy wodoru i chloru. Ujemny ładunek elektronowy jest przesunięty względem dodatniego ładunku jądrowego, co powoduje, że od strony atomu chloru cząsteczka jest naładowana ujemnie, a od strony atomu wodoru – dodatnio. Odległość pomiędzy jądrami H i Cl wynosi  $1,27 \cdot 10^{-10}$  m.



**Oszacuj moment dipolowy cząsteczki HCl.**

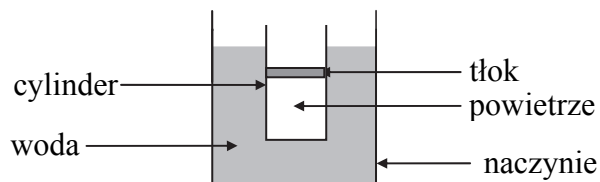
**Wynik podaj w debajach (D).  $1 \text{ D} = 3,3 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$ .**



| Wypełnia<br>egzaminator | Nr zadania          | 10.1. | 10.2. | 10.3. | 10.4. |
|-------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|                         | Maks. liczba pkt    | 2     | 2     | 2     | 3     |
|                         | Uzyskana liczba pkt |       |       |       |       |

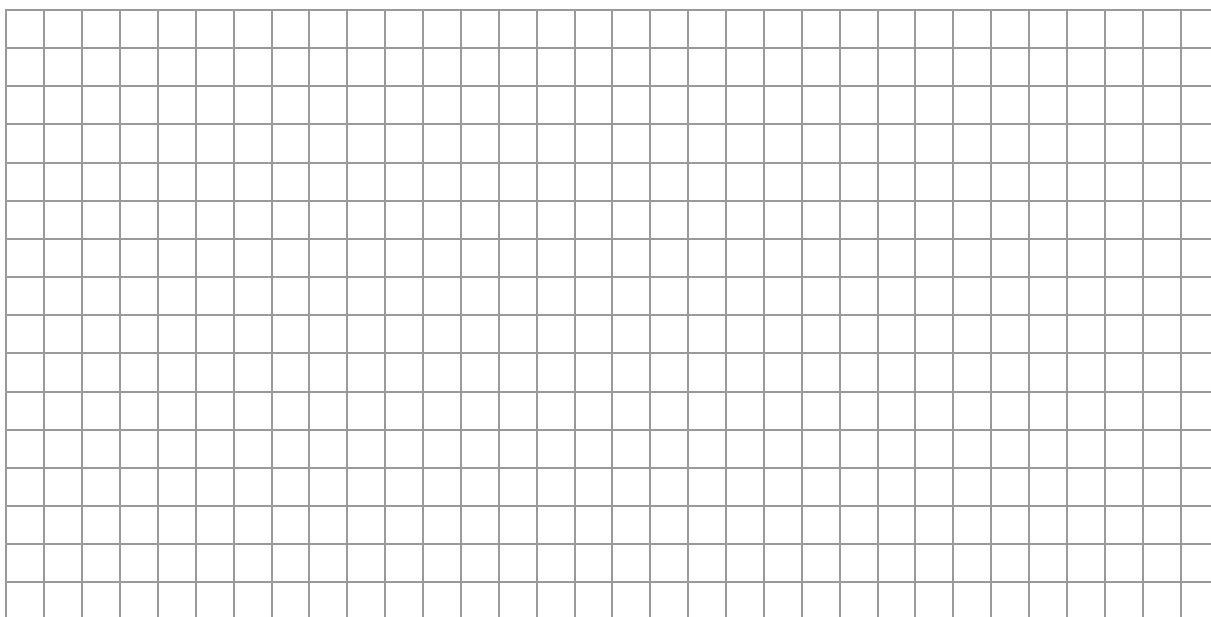
**Zadanie 11. (0–3)**

Używając małego metalowego cylindra zamkniętego tłokiem, który mógł poruszać się praktycznie bez tarcia, wykonano doświadczenie w układzie przedstawionym na rysunku.



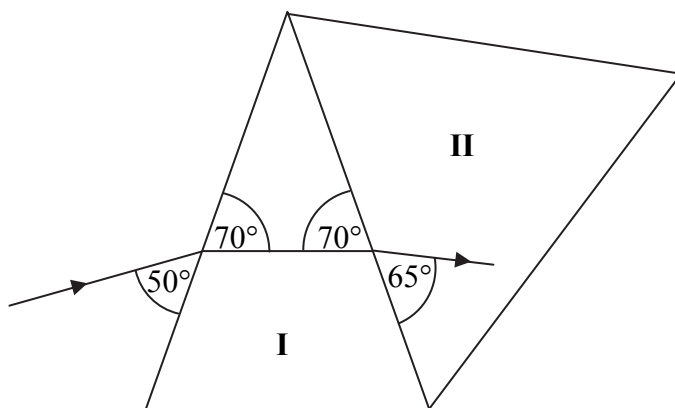
Gdy wodę w naczyniu podgrzano od temperatury  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $68\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tłok przesunął się w górę. Ustalono, że objętość powietrza zamkniętego tłokiem zwiększyła się od  $125\text{ cm}^3$  do  $144\text{ cm}^3$ .

**Wyznacz, korzystając tylko z podanych informacji oraz z własności przemian gazowych, temperaturę zera bezwzględnego w skali Celsjusza.**



**Zadanie 12. (0–4)**

Na dwa sklejone ze sobą pryzmaty **I** i **II** skierowano promień światła laserowego. Na rysunku zaznaczono bieg wiązki oraz kąty, jakie tworzy promień z powierzchniami pryzmatów. Przyjmij, że współczynnik załamania powietrza otaczającego układ pryzmatów jest równy 1.



Na podstawie danych zamieszczonych na rysunku:

- a) Oblicz współczynnik załamania szkła, z którego wykonano pryzmat I. Wynik podaj z 2 cyframi po przecinku.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

- b) Oceń i uzasadnij, czy szkło pryzmatu II ma większy, czy – mniejszy współczynnik załamania niż szkło pryzmatu I.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

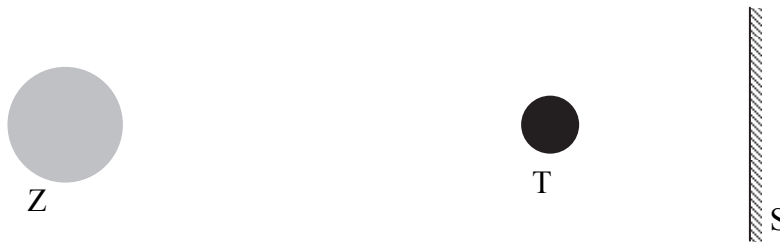
- c) Oblicz współczynnik załamania szkła, z którego wykonano pryzmat II. Wynik podaj z 2 cyframi po przecinku.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                         |                     |     |     |
|-------------------------|---------------------|-----|-----|
| Wypełnia<br>egzaminator | Nr zadania          | 11. | 12. |
|                         | Maks. liczba pkt    | 3   | 4   |
|                         | Uzyskana liczba pkt |     |     |

**Zadanie 13. (0–1)**

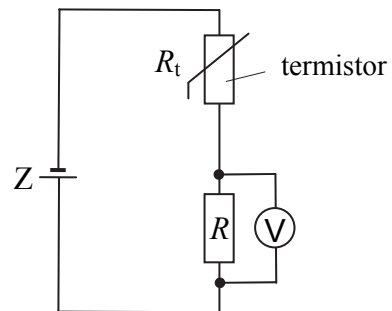
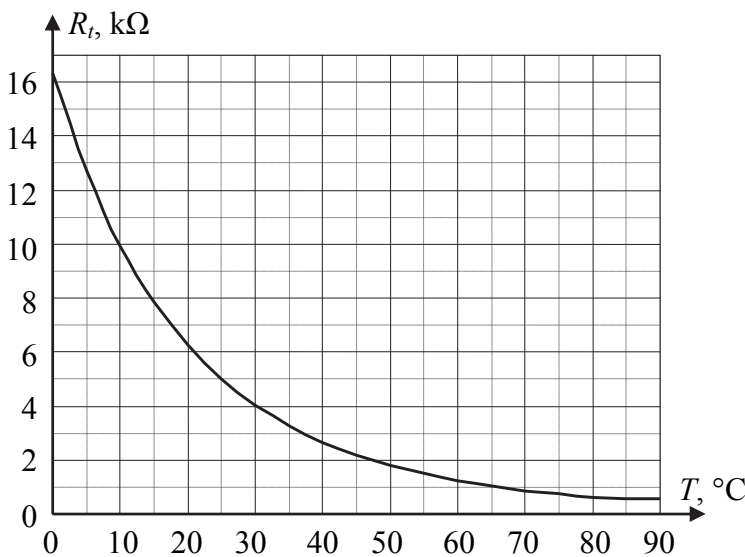
Na rysunku poniżej przedstawiono schematycznie kuliste źródło światła (Z), piłkę tenisową (T) i ścianę (S). Po włączeniu źródła na ścianie powstały obszary cienia i półcienia.



Wyznacz konstrukcyjnie położenie tych obszarów na ścianie. Opisz je literami C (cień) i P (półcień). Przy rysowaniu promieni skorzystaj z linijki.

**Zadanie 14.**

Termistor jest opornikiem półprzewodnikowym, którego opór zależy od temperatury. Poniżej po lewej stronie przedstawiono wykres zależności oporu pewnego termistora od temperatury. Termistor został włączony w obwód elektryczny, którego schemat przedstawiono po prawej stronie. Napięcie źródła Z ma wartość 12 V, a opór R wynosi 500 Ω. Opór woltomierza jest bardzo duży.



Na podstawie: <http://www.ovenind.com>

**Zadanie 14.1. (0–2)**

W poniższym tekście podkreśl słowa w taki sposób, aby powstał poprawny opis zależności między zmianami temperatury termistora, oporu i natężenia prądu w obwodzie.

Wzrost temperatury termistora powoduje (zwiększenie się / zmniejszenie się) wartości jego oporu, a tym samym (zwiększenie się / zmniejszenie się) wartości całkowitego oporu obwodu.

Wzrost oporu termistora spowoduje (zwiększenie się / zmniejszenie się) wartości natężenia prądu płynącego w obwodzie, a w konsekwencji wartość napięcia wskazywanego przez woltomierz (się zwiększy / się zmniejszy).







**Zadanie 15.2. (0–1)**

Oblicz, jaką maksymalną prędkość względem Słońca mogłaby osiągnąć sonda początkowo poruszająca się względem niego z prędkością 10 km/s, na skutek zastosowania asysty grawitacyjnej Jowisza, krążącego wokół Słońca z prędkością 13 km/s.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Zadanie 15.3. (0–1)**

**Zaznacz poprawne dokończenie zdania.**

Przy zastosowaniu asysty grawitacyjnej energia kinetyczna sondy wzrasta kosztem

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| A. energii potencjalnej sondy.  | B. energii kinetycznej Słońca.   |
| C. energii kinetycznej planety. | D. energii potencjalnej planety. |

**Zadanie 15.4. (0–1)**

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Asysta grawitacyjna opisana w tekście

|    |   |          |          |
|----|---|----------|----------|
| 1. | może być wykorzystana do zmniejszenia prędkości sondy.  | <b>P</b> | <b>F</b> |
| 2. | nie powoduje zmiany kierunku ruchu sondy.   | <b>P</b> | <b>F</b> |
| 3. | wpływa na ruch sondy w podobny sposób, jak zderzenie sprężyste z poruszającym się ciałem o dużej masie. | <b>P</b> | <b>F</b> |

**Zadanie 16. (0–1)**

Generator prądu przemiennego, którego wirnik obraca się z częstotliwością 50 Hz, wytwarza przemiennie napięcie o wartości skutecznej 240 V i częstotliwości 50 Hz.

**Zaznacz poprawne dokończenie zdania.**

Jeśli wirnik tego generatora będzie się obracał z częstotliwością 60 Hz, to napięcie skuteczne wyniesie około

- |           |           |
|-----------|-----------|
| A. 339 V. | B. 288 V. |
| C. 200 V. | D. 170 V. |

|                             |                            |              |              |              |              |            |
|-----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| <b>Wypełnia egzaminator</b> | <b>Nr zadania</b>          | <b>15.1.</b> | <b>15.2.</b> | <b>15.3.</b> | <b>15.4.</b> | <b>16.</b> |
|                             | <b>Maks. liczba pkt</b>    | <b>3</b>     | <b>1</b>     | <b>1</b>     | <b>1</b>     | <b>1</b>   |
|                             | <b>Uzyskana liczba pkt</b> |              |              |              |              |            |

## BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)

Wszystkie arkusze maturalne znajdziesz na stronie: [arkuszematuralne.pl](http://arkuszematuralne.pl)

