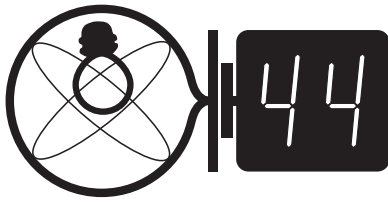
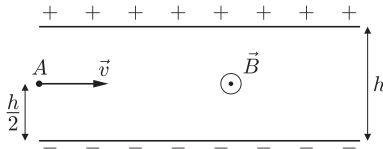


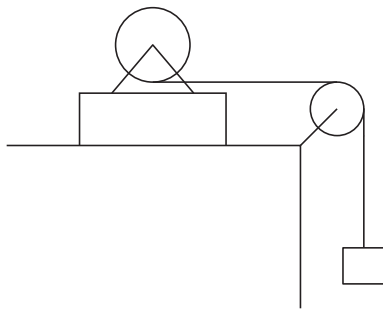
# Klub 44



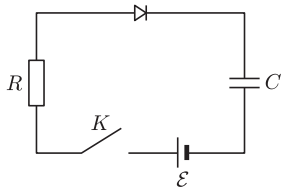
Termin nadsyłania rozwiązań: 31 VIII 2013



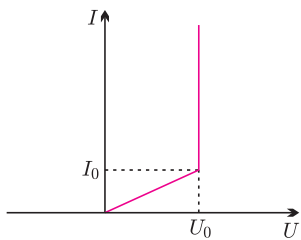
Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3(a)



Rys. 3(b)

## Zadania z fizyki nr 560, 561

Redaguje Elżbieta ZAWISTOWSKA

**560.** Jeżeli w pewnym inercyjnym układzie odniesienia istnieje tylko pole elektryczne  $\vec{E}$ , to w układzie poruszającym się z prędkością  $\vec{v}$  względem układu pierwotnego, gdy możemy zaniedbać efekty relatywistyczne, istnieje również pole magnetyczne  $\vec{B}' = -(\vec{v} \times \vec{E})/c^2$ , gdzie  $c$  jest prędkością światła. Sprawdź prawdziwość tego stwierdzenia na przykładzie pola od ładunku punktowego, rozważanego w obu układach.

**561.** Kondensator płaski umieszczono w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B$  (rys. 1). Napięcie między okładkami kondensatora wynosi  $U$ , odległość między okładkami  $h$ . Z punktu  $A$  wylatuje elektron prostopadle do linii pola magnetycznego. Jaki warunek musi spełniać prędkość elektronu, żeby przeleciał on przez kondensator bez kontaktu z jego okładkami? Siły ciężkości nie uwzględniamy, efekty relatywistyczne możemy zaniedbać.

### Rozwiązania zadań z numeru 2/2013

Przypominamy treść zadań:

**552.** Do podstawki leżącej na stole przymocowany jest pełny walec o promieniu  $R$ , który może swobodnie obracać się wokół własnej osi. Do końca nici nawiniętej na walec i przerzuconej przez nieruchomy bloczek, jak na rysunku 2, przymocowano ciężarek. Masy podstawki, walca i ciężarka są jednakowe. Ile obrotów wykona walec w czasie  $t$ ? W chwili początkowej układ spoczywa. Tarcie można zaniedbać.

**553.** Ile ciepła wydzieli się na oporze  $R$  w obwodzie przedstawionym na rysunku 3(a) po zamknięciu klucza? W chwili początkowej kondensator o pojemności  $C$  nie jest naładowany. Siła elektromotoryczna źródła prądu wynosi  $\mathcal{E}$ , opór wewnętrzny źródła jest zaniedbywalny. Wyidealizowana charakterystyka prądowo-napięciowa diody przedstawiona jest na rysunku 3(b).

**552.** Oznaczmy masy ciężarka, podstawki i walca przez  $m$ . Równanie ruchu ciężarka ma postać  $ma = mg - N$ , gdzie  $a$  jest jego przyspieszeniem, a  $N$  siłą naprężenia nici.  $N$  jest jedyną siłą działającą w kierunku poziomym na układ podstawki i walca, zatem oznaczając przez  $a_1$  przyspieszenie ruchu postępowego tego układu, możemy napisać:  $2ma_1 = N$ . Moment bezwładności pełnego walca względem jego osi wynosi  $I = mR^2/2$ , a równanie ruchu obrotowego względem tej osi ma postać  $I\epsilon = NR$ , gdzie  $\epsilon$  jest przyspieszeniem kątowym. Przyspieszenie względem Ziemi najniższej położonego punktu walca równe jest przyspieszeniu ciężarka, mamy więc związek  $a = a_1 + \epsilon R$ . Eliminując z wypisanych równań przyspieszenia liniowe oraz naprężenie nici, otrzymujemy wzór na przyspieszenie katowe walca:  $\epsilon = \frac{4g}{7R}$ . Droga katowa walca wynosi

$$\alpha = \epsilon t^2/2, \text{ zatem szukana liczba obrotów to } n = \frac{\alpha}{2\pi} = \frac{gt^2}{7\pi r}.$$

**553.** Załóżmy, że natężenie prądu w obwodzie po zamknięciu klucza jest większe od  $I_0$ , czyli spełniony jest warunek  $(\epsilon - U_0)/R > I_0$ . Podczas ładowania kondensatora natężenie prądu maleje i w pewnym czasie  $t_1$ , dopóki nie osiągnie wartości  $I_0$ , napięcie na diodzie ma stałą wartość  $U_0$ . Ładunek, którym naładuje się w tym czasie kondensator, wynosi  $Q_1 = c(\epsilon - RI_0 - U_0)$ . Zgodnie z zasadą zachowania energii:  $\epsilon Q_1 = U_0 + \frac{Q_1^2}{2c} + W_{1R}$ , gdzie  $W_{1R}$  jest ciepłem wydzielonym na oporze  $R$  w czasie  $t_1$ . W czasie  $t_2$ , gdy natężenie prądu w obwodzie jest mniejsze niż  $I_0$  i maleje do zera, napięcie na diodzie maleje liniowo z natężeniem prądu, czyli jej opór  $r = U_0/I_0$  jest stały. Ładunek, który przepływa w tym czasie w obwodzie, wynosi  $\Delta Q = Q_2 - Q_1$ , gdzie końcowy ładunek na kondensatorze to  $Q_2 = c\epsilon$ . Energia wydzielona w tym czasie w obwodzie równa jest pracy źródła i wynosi  $\epsilon \Delta Q = \frac{Q_2^2}{2c} - \frac{Q_1^2}{2c} + W_{2R} + W_r$ , gdzie  $w_r$  jest ciepłem wydzielonym na diodzie, a  $w_{2R}$  ciepłem wydzielonym na oporze  $R$  w czasie  $t_2$ . Ponieważ dioda i opornik są połączone szeregowo i w każdej chwili płynie przez nie prąd o tym samym natężeniu, zachodzi związek  $W_{2R}/W_r = R/r$ . Całkowite ciepło wydzielone na oporze  $R$  w czasie  $t_1 + t_2$  wynosi

$$W_{1R} + W_{2R} = \frac{1}{2} \left( c((\epsilon - U_0)^2 - (I_0 R)^2) + \frac{Rc}{R+r} (U_0 + I_0 R)^2 \right).$$

Czołówka ligi zadaniowej **Klub 44 F** po uwzględnieniu ocen rozwiązań zadań 546 ( $WT = 1,77$ ), 547 ( $WT = 2,46$ ) 548 ( $WT = 2,09$ ) i 549 ( $WT = 1$ ) z numerów 11 i 12/2012

Andrzej Nowogrodzki	Chocianów	43,27
Tomasz Wietecha	Tarnów	41,35
Tomasz Rudny	Warszawa	35,20
Krzysztof Magiera	Łosów	32,79
Andrzej Idzik	Bolesławiec	31,81