

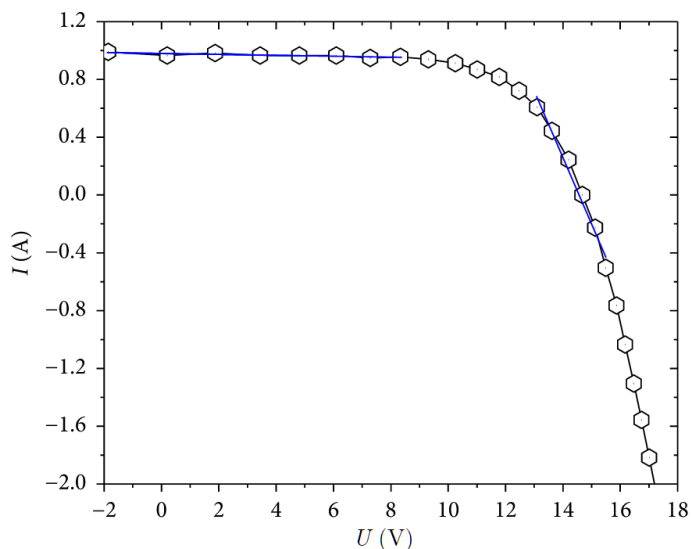
ППМГ „АКАД. НИКОЛА ОБРЕШКОВ“
 ППМГ БУРГАС CHALLENGE

Състезание по физика, 28 май 2022 г.

Тема за 9-10 клас

Задача 1. ВАХ на диодна верига.

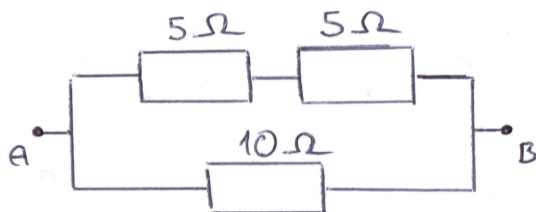
Волт-амперната характеристика (ВАХ) на елемент от електрическа схема представлява зависимостта на тока през елемента от напрежението върху него. Обичайно ВАХ се представя чрез графика на тока от напрежението. За пример на Фиг. 1 е дадена ВАХ на фотоволтаична клетка.



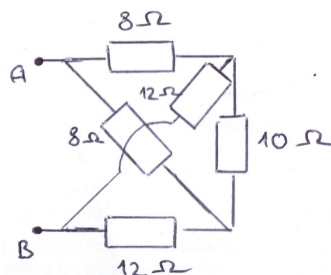
Фигура 1

1.1. Постройте графика с оси U и I , съответно за напрежение и ток. Върху нея нанесете волт-амперните характеристики на резисторните вериги от Фиг. 2 и Фиг. 3. Отбележете върху ВАХ точките, съответстващи на напрежение 1 V и 2 V. **3.5 точки**

Указание: Уточнете мерните единици по осите. Оразмерете осите през равни интервали. Във всички вериги от задачата положителният полюс на източника се свързва към А, а отрицателният – към В. Токът през веригите се счита за положителен, когато посоката му е от А към В.



Фигура 2



Фигура 3

Волт-амперната характеристика на лампа с нажежаема жичка се описва със зависимостта $I = b\sqrt{U}$, където $b = 0.03 \text{ A/V}^{1/2}$. Лампата се свързва във веригата на Фиг. 4.

1.2. Намерете тока I_0 във веригата и напрежението U_0 върху резистора.

2 точки

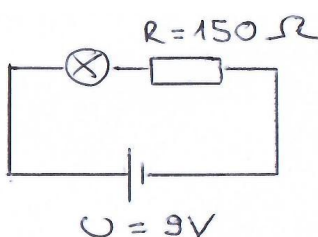
ВАХ на реален диод е представена на Фиг. 5. Видно е, че диодът пропуска токове само в едната посока ($I > 0$), при което между двата му извода се поддържа фиксирана потенциална разлика. При по-малка потенциална разлика диодът не пропуска ток. Два такива реални диода се свързват във веригата на Фиг. 6.

1.3. Постройте графика с оси U и I , съответно за напрежение и ток. Върху нея нанесете ВАХ на веригата.

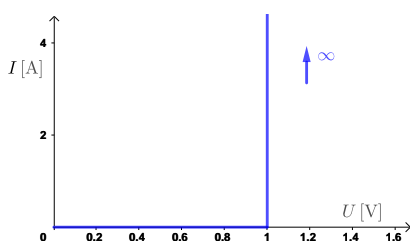
3 точки

1.4. Определете мощността P_1 , която се отделя в клоната на веригата между C и B при напрежение на източника $U_1 = 5\text{ V}$.

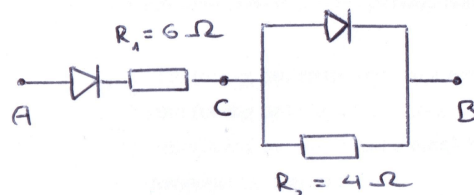
1.5 точки



Фигура 4



Фигура 5



Фигура 6

Задача 2. Нагриване със зареждаема батерия.

Литиево-полимерната (LiPo) батерия е вид зареждаема батерия, която предоставя голямо количество енергия за единица маса. Поради ефективността и безопасността си, LiPo батериите намират приложение в повечето модерни мобилни устройства. При разреждането на батерията напрежението ѝ се променя, но вътрешното ѝ съпротивление не зависи от заряда и температурата. Разглеждаме батерия за смартфон с вътрешно съпротивление $r = 100\text{ m}\Omega$, която до изтощаването си предоставя енергия $Q = 21\,000\text{ J}$.

2.1. Батерията се свързва към елемент, който консумира постоянна мощност $P = 14\text{ W}$. За какво време t_0 (в минути) ще се изтощи батерията? В тази част на задачата не отчитайте вътрешното съпротивление на батерията.

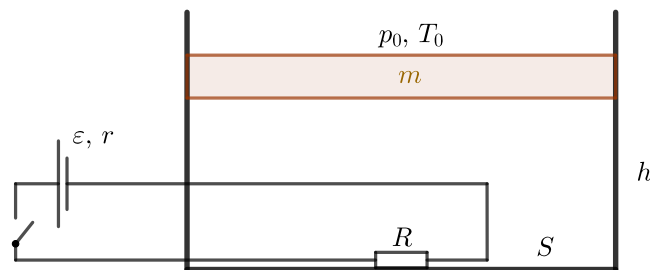
1 точка

Батерията се свързва (при отворен ключ) към малък по обем консуматор със съпротивление $R = 1\ \Omega$, който е поставен на дъното на прав отворен съд с основа $S = 1\text{ m}^2$. На височина $h = 50\text{ cm}$ от дъното на съда стои бутало с маса $m = 1\text{ t}$, което не пропуска вещество и топлина. Между буталото и стените на съда няма триене. Под буталото съдът е пълен с въздух. Съдът е в топлинно равновесие с околната среда, чиято температура е $T_0 = 300\text{ K}$.

2.2. Намерете вътрешната енергия U на въздуха под буталото.

3 точки

В началния момент стените на съда се покриват с топлоизолиращ материал и ключът във веригата се затваря, при което батерията започва да се разрежда и след време се достига равновесие.



Фигура 7

Задача 3. Музика на сферите.

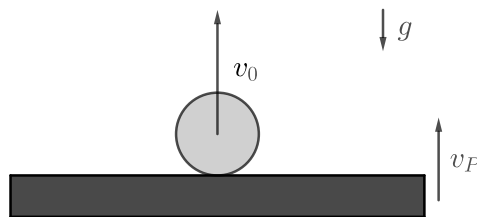
Задачата се състои от три независими части.

3.1. Подскачащо топче.

Малко топче е поставено върху масивна плоча на височина нула. В началния момент на топчето се придава скорост $v_0 = 10 \text{ m/s}$, а плочата започва да се придвижва с постоянна скорост $v_P = 2 \text{ m/s}$ нагоре. При по-нататъшното си движение топчето многократно се удря еластично в плочата, тоест скоростта му *спрямо плочата* при падане е равна на тази след отражение.

3.1.1. На каква височина h ще се намира топчето след време $\tau = 10 \text{ s}$?

3 точки



Фигура 8

3.2. Реакция на опората.

Лек правоъгълен съд с течност е поставен симетрично върху две еднакви опори. В течността над лявата опора стои топче, повесено на нишка. В същата равнина над дясната опора е залепена към дъното на съда друга нишка, в края на която има топче със същия обем, но с различна плътност (Фиг. 9). Дъното на съда изпитва сили на реакция N_L и N_R от лявата и дясната опора. Разликата между тях е $N_L - N_R \equiv \Delta N_1 = 3 \text{ N}$. Лявата нишка се прерязва, при което лявото топче пада право надолу към дъното на съда. Разликата между силите на реакция тогава става $\Delta N_2 = 5 \text{ N}$. След това се прерязва дясната нишка, при което дясното топче се издига право нагоре към повърхността на течността.

3.2.1. Изчислете установилата се разлика между силите на реакция ΔN_3 .

4 точки

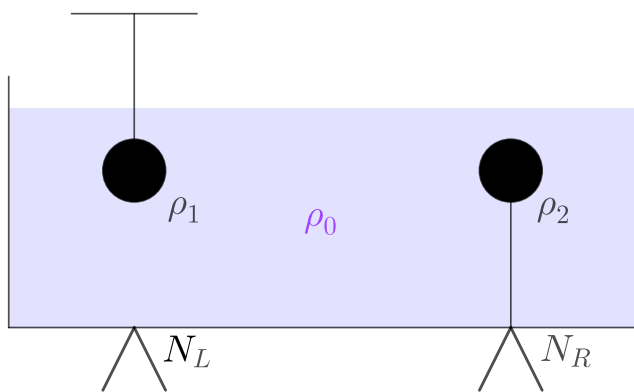
3.3. Пружинно махало.

Топче е свързано за тавана с лека пружина (Фиг. 10), която се разтяга и свива само радиално (т.е. не се извива настрана). Пружината има дължина l_0 в неразтегнато състояние, но в равновесно положение се разтяга с Δx , при което има относителна деформация $\varepsilon \equiv \frac{\Delta x}{l_0}$. Топчето е

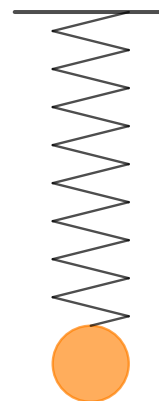
отклонено на някакъв малък ъгъл и му е придадена определена малка начална скорост, което го привежда в движение. На Фиг. 11 е показана траекторията му до фиксиран момент от време. По абсцисата е нанесен ъгълът на отклонение на пружината от вертикалата, а по ординатата е нанесено разстоянието до точката на окачване за тавана.

3.3.1. Оценете относителната деформация ε .

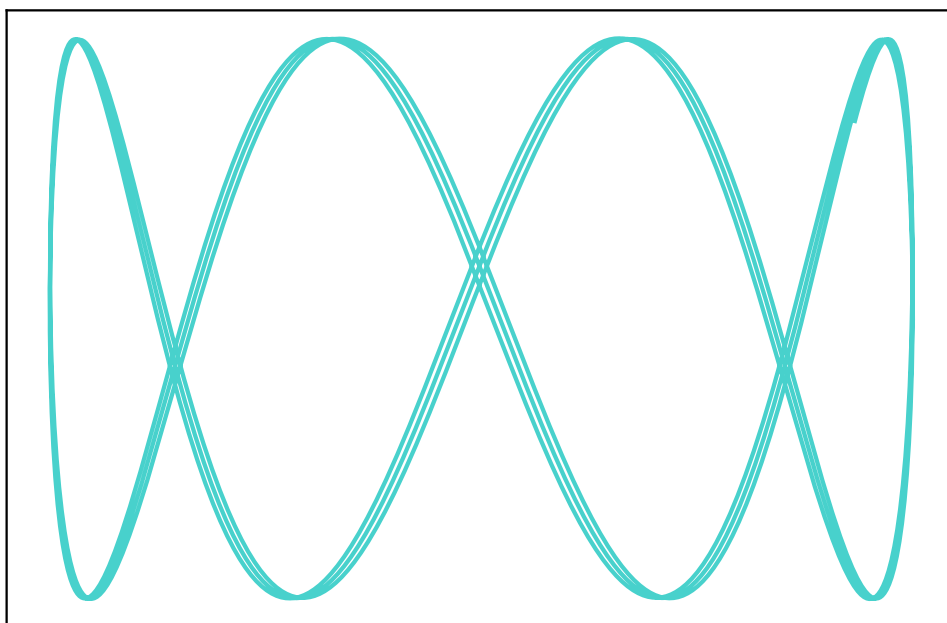
3 точки



Фигура 9



Фигура 10



Фигура 11

Справочни данни:

Земно ускорение – $g = 10 \text{ m/s}^2$

Атмосферно налягане – $p_0 = 100\,000 \text{ Pa}$

Газова константа – $R = 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Полезна физика:

1. Молът (mol) е мярка за количество вещество, тоест брой молекули. За информация, един мол газ съдържа 6.022×10^{23} молекули на газа.
2. За n мола идеален газ с налягане p , обем V и температура T е изпълнено уравнението на Клапейрон-Менделеев, $\frac{pV}{T} = nR$, където R е газовата константа.
3. Вътрешната енергия на n мола идеален газ се задава с формулата $U = nC_vT$, където C_v е моларният топлинен капацитет при постоянен обем за газа.
4. За идеален газ от едноатомни молекули $C_v = \frac{3}{2}R$; за газ от двуатомни молекули $C_v = \frac{5}{2}R$; за газ от многоатомни (≥ 3) неколинеарни молекули $C_v = 3R$.

**Време за работа – 4 часа.
Успех!**