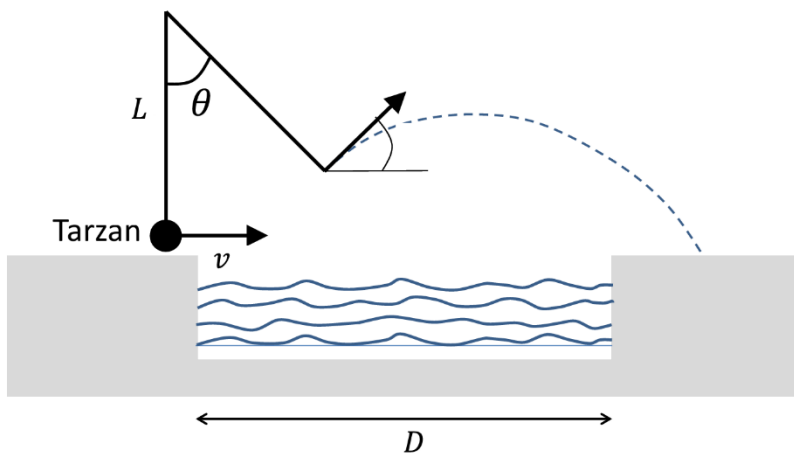


**VII Халықаралық шығармашылық байқауы мұғалімдер мен олимпиада
жаттықтырушыларына арналған
Физика. Жаттықтырушылар лигасы.
2025 жылғы 14 қаңтар**

Тұрақтылар: $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$; $g=9,81 \text{ m/s}^2$

1. Тарзан енінің ұзындығы D болатын өзенді еңсеріп өтпекші. Ол үшін ол сол жағалаудың шетіндегі тігінен ілулі тұрған ұзындығы $L=4 \text{ м}$ жүзім бұтағын пайдаланады. Тарзан жүзім бұтағын ұстап алған сәтте $v=10 \text{ м/с}$ жылдамдыққа жетеді және жүзім бұтағын тігінен (вертикальдан) $\theta=30^\circ$ бұрыш жасағанда жібереді. Жүзім бұтағының массасы елеусіз және Тарзанның ауырлық орталығы жүзім бұтағының төменгі ұшымен сәйкес келетінін ескеріңіз. Тарзанның екінші жағалауға қауіпсіз қонуы үшін максималды D қашықтықты табыңыз. **(3 ұпай)**



2. **Эксцентриситет** — бұл эллипс, парабола немесе гиперболо сияқты конустық қиманың пішінін анықтайтын параметрді білдіреді. Орбита үшін ол орбитаның мінсіз шеңбер болудан қаншалықты ауытқығанын сипаттайды. Эксцентриситет келесі формула бойынша анықталады:

$$e = \frac{c}{a}$$

мұндағы:

c — эллипстің центрінен фокусқа дейінгі арақашықтық,

a — эллипстің үлкен жарты осі.

Егер $e = 0$ болса, орбита шеңбер тәрізді.

Егер $0 < e < 1$ болса, орбита эллипс тәрізді.

Егер $e = 1$ болса, орбита парабола тәрізді.

Егер $e > 1$ болса, орбита гипербола тәрізді.

Планета массивті жұлдыздың айналасында шеңбер орбитасында орналасқан. Жұлдыз сфералық симметриялы жарылысқа ұшырайды, оның массасының бір пайызы кенеттен планетаның орбитасынан әлдеқайда алыс қашықтыққа ұшып кетеді. Жарылыс планетаның өзіне әсер етпейді деп есептей отырып, планетаның жаңа орбитасының эксцентриситетін табыңыз. **(6 ұпай)**

3. Көлемдік сығылу модулі келесі формуламен анықталады: $B = \frac{-dP}{\frac{dV}{V}}$

мұндағы $\frac{dV}{V}$ — изотроптық қысымның dP артуы кезіндегі көлемнің салыстырмалы өзгеруі.

Каспий ойпатының ең терең нүктесіндегі қысымды бағалаңыз (теңіз деңгейінен 1025 м төмен). Теңіз суының сығылуын елемеу қаншалықты үлкен қателік тудыруы мүмкін? Теңіз суының тығыздығы теңіз деңгейінде $\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$, ал оның көлемдік сығылу модулі $B = 2,1 \times 10^9 \text{ Па}$ және $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ деп есептеңіз.

(5 ұпай)

4. Цилиндрде диатомды газ бар, оның ашық ұшы поршеньмен жабылған. Поршень үйкеліссіз және еркін қозғала алады. Поршень астындағы газдың бастапқы қысымы P_0 , көлемі V_0 және температурасы қоршаған ортамен тең. Поршень газды сығады және газдың көлемі бар кезде поршень тоқтайды. Бұл процесс екі түрлі жағдайда жүреді. Екі жағдай үшін де қоршаған ортаға берілген жылу мөлшерін Q_0 , V_0 және k арқалы есептеңіз.

а) Поршень баяу қозғалады (квазистатикалық), бұл жүйенің кез келген сәтте қоршаған ортамен термодинамикалық тепе-теңдікте болуын қамтамасыз етеді.

б) Поршеньдің жылдам қозғалатыны сонша, жүйе ішіндегі газ жылу тепе-теңдігінде қалады деп есептеледі, бірақ процесс барысында жүйе мен қоршаған орта арасындағы жылу алмасу елеусіз болады. Процесс аяқталғаннан кейін цилиндр ішіндегі газдың температурасы уақыт өте келе қоршаған ортаның температурасымен теңестіріледі. **(6 ұпай)**

5. Радиусы R болатын жұқа, біркелкі зарядталған сақинаның жалпы заряды Q .

а) Сақина жазықтығына перпендикуляр ось бойымен, сақинаның центрінен z қашықтықта орналасқан нүктеде электрлік потенциалды табыңыз.

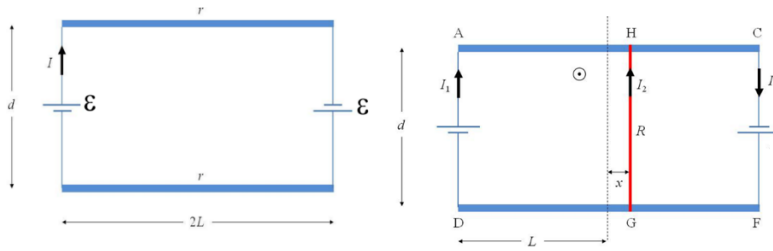
б) Осы электрлік потенциалдың максималды мәнін және оның орнын анықтаңыз.

с) Сақина жазықтығына перпендикуляр ось бойымен, сақинаның центрінен z қашықтықта орналасқан нүктеде электр өрісін табыңыз.

д) Осы электр өрісінің максималды мәнін және оның орнын анықтаңыз.

е) Заряды $(-q)$ және массасы m нүктелік бөлшек осы сақинаның ортасына орналастырылады. Сақина қозғалмайтынын ескере отырып, осы бөлшектің кіші тербелістерінің периодын табыңыз. **(7 ұпай)**

6. Суретте көрсетілген тізбекте көлденең тоқ өткізбейтін үстелге бекітілген d қашықтықта екі параллель металл рельстер бар. Әр рельстің ұзындығы $2L$, жалпы электрлік кедергісі R_0 және оның ұзындығы бойынша біркелкі кедергісі бар. Рельс ұштары екі идеалды батареямен (ішкі кедергісіз), әрқайсысының ЭҚК-і ε , кедергісіз сымдар арқылы жалғанған.



- a) Тізбек арқылы өтетін токты анықтаңыз.
 Енді массасы m және кедергісі R болатын біртекті HG металл таяқшасы рельстердің үстіне перпендикуляр етіп орналастырылады, осылайша ол рельстер бойымен үйкеліссіз сырғып кете алады. $АНGD$, $НСFG$ тізбектері және H , G түйіндері зерттеледі.
- b) HG таяқшасы орталықта, AD -дан L қашықтықта ($x = 0$) болғанда, оның арқылы өтетін I_2 тогының нөлге тең екенін дәлелдеңіз.
- c) таяқша AD -дан $L+x$ қашықтыққа ауыстырылған кезде $АНGD$ тізбегінің R_{AH} және R_{DG} кедергілерін, сондай-ақ $НСFG$ тізбегінің R_{HC} және R_{FG} кедергілерін табыңыз.
- d) Таяқша AD -дан $L+x$ қашықтыққа ауыстырылған жағдайда I_2 тогын табыңыз.
- e) x мәндері кіші болғанда ($x \ll L$), I_2 тогы x ығысуына пропорционал екенін көрсетіңіз: $I_2 = cx$, және тұрақты c мәнін ε , r , R және L функциялар арқылы анықтаңыз.

Электромагниттік осцилятор:

Енді магнит өрісінің күш сызықтары қағазға перпендикуляр (2-суретте көрсетілгендей, магнит өрісінің күш сызықтары қағаздан бізге бағытталған).

f) Магнит өрісінің B таяқшаға әсерін көрсетіңіз, егер:

- Ол қағаздан бізге бағытталса (суреттегідей).
- Ол қағаздың ішіне бағытталса.

g) Магнит өрісінен туындаған таяқшаның үдеуін табыңыз және кіші тербелістер болған жағдайда оның периодын анықтаңыз. Егер c мәнін e бөлімдерінде мәндерді таба алмасаңыз, жалпы өрнек $I_2 = cx$ қолданыңыз. **(8 ұпай)**

7. Өте ұзын және түзу электр кабелі белгілі бір токты өткізеді. Кабельдің диаметрін және ол арқылы өтетін токты анықтау үшін магнит өрісі кабельдің ортасынан бастап әрбір 5 мм аралықпен радиалды бағытта дәл өлшенеді, нәтижесінде келесі кесте пайда болады. Магнит өрісі кабельдің ішінде және сыртында әртүрлі формулалармен анықталатыны анық. Болжам бойынша $B_{in} = Ar^\alpha$, $B_{out} = Cr^\beta$,

- a) Эксперименттік деректерді пайдаланып, келесі формулалардағы A , C , α және β коэффициенттерін анықтаңыз:
- b) Кабельдің радиусы мен диаметрін анықтаңыз.

Маңызды: Бұл тапсырма тәжірибелік сұрақ ретінде жасалған. Барлық есептеулер тек эксперименттік деректерге негізделуі керек. Бұрыннан белгілі формулаларды қолданбаңыз. **(5 ұпай)**

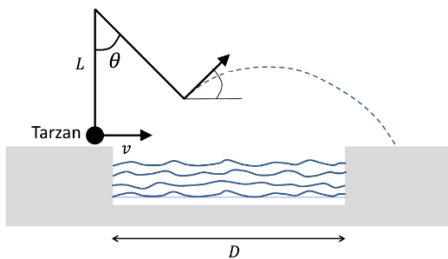
$r(\text{mm})$	$B(10^{-5} \text{ T})$
5	1.7
10	3.3
15	5.0
20	6.6
25	8.3
30	8.7
35	7.4
40	6.5
45	5.8
50	5.2

$r(\text{mm})$	$B(10^{-5} \text{ T})$
55	4.7
60	4.3
65	4.0
70	3.7
75	3.5
80	3.3
85	3.1
90	2.9
95	2.7
100	2.6

VII Международный творческий конкурс для учителей и тренеров олимпийского резерва по математике, физике и информатике
Физика (Лига тренеров)
14 января 2025 года

Константы: $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$ $g=9,81 \text{ м/с}^2$

1. Тарзан хочет переправиться через реку, преодолев расстояние D между двумя берегами. Для этого он использует лиану длиной $L = 4 \text{ м}$, которая вертикально свисает с дерева на краю левого берега. Тарзан достигает скорости $v = 10 \text{ м/с}$ в момент, когда хватается лиану, и отпускает её, когда лиана образует угол $\theta = 30^\circ$ с вертикалью. Считайте, что масса лианы незначительна, а центр тяжести Тарзана совпадает с нижним концом лианы. Найдите максимальное расстояние D , на которое Тарзан сможет безопасно приземлиться на другом берегу. (3 балла)



2. **Эксцентриситет** — это параметр, определяющий форму конического сечения, такого как эллипс, парабола или гипербола. Для орбиты он показывает, насколько орбита отклоняется от идеальной окружности. Эксцентриситет определяется формулой: **Eccentricity** refers to a parameter that determines the shape of a conic section, such as an ellipse, parabola, or hyperbola. For an orbit, it describes how much the orbit deviates from being a perfect circle. It is defined by the formula:

$$e = \frac{c}{a}$$

где:

c — расстояние от центра до фокуса эллипса,

a — большая полуось эллипса.

Если $e = 0$, орбита круговая.

Если $0 < e < 1$, орбита эллиптическая.

Если $e = 1$, орбита параболическая.

Если $e > 1$, орбита гиперболическая.

Планета находится на круговой орбите вокруг массивной звезды. Звезда претерпевает сферически симметричный взрыв, в результате которого один процент её массы внезапно выбрасывается на расстояние, значительно превышающее орбиту планеты. Найдите эксцентриситет новой орбиты планеты, предполагая, что сама планета не подверглась воздействию взрыва. (6 баллов)

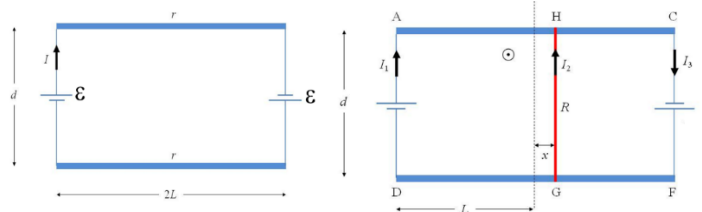
3. Модуль объемного сжатия определяется как:

$$B = \frac{-dP}{\frac{dV}{V}} \text{ где } \frac{dV}{V} \text{ — относительное изменение объема образца при изотропном увеличении давления } dP.$$

Оцените давление в самой глубокой точке Каспийской впадины (1025 м ниже уровня моря). Какую ошибку вызовет пренебрежение сжимаемостью морской воды? Считайте, что плотность морской воды при уровне моря равна $\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$, а её модуль объемного сжатия $B = 2,1 \times 10^9 \text{ Па}$. $P_0 = 10^5 \text{ Па}$. **(5 баллов)**

4. Цилиндр содержит двухатомный газ, его открытый конец закрыт поршнем. Поршень без трения и может свободно двигаться. Газ под поршнем имеет начальное давление P_0 , объем V_0 и температуру, равную температуре окружающей среды. Поршень сжимает газ, и, когда объем газа становится $\frac{V_0}{k}$, поршень останавливается. Этот процесс происходит в двух разных сценариях. Для каждого случая вычислите количество тепла, переданного системой в окружающую среду, в терминах P_0 , V_0 и k .
- а) Поршень движется медленно (квазистатически), обеспечивая, что система остаётся в термодинамическом равновесии с окружающей средой в любой момент.
- б) Поршень движется настолько быстро, что можно считать, что газ внутри системы остаётся в тепловом равновесии, но теплообмен между системой и окружающей средой во время процесса пренебрежимо мал. После завершения процесса температура газа внутри контейнера со временем уравнивается с температурой окружающей среды. **(6 баллов)**
5. Тонкое равномерно заряженное кольцо радиусом R имеет полный заряд Q .
- а) Найдите электрический потенциал в точке, расположенной на расстоянии z от центра кольца вдоль оси, перпендикулярной плоскости кольца.
- б) Найдите максимальное значение этого потенциала и определите его положение.
- в) Найдите величину электрического поля в точке, расположенной на расстоянии z от центра кольца вдоль оси, перпендикулярной плоскости кольца.
- г) Найдите максимальное значение этого электрического поля и определите его положение.
- е) Точечная частица с зарядом $(-q)$ и массой m помещается в центр этого кольца. Найдите период малых колебаний этой частицы, предполагая, что кольцо остаётся неподвижным. **(7 баллов)**

6. Цепь, показанная на рисунке, содержит две параллельные металлические рельсы, разделённые расстоянием d , которые зафиксированы на горизонтальном непроводящем столе. Каждая рельса имеет длину $2L$, общее электрическое сопротивление R_0 и равномерное удельное сопротивление вдоль её длины. Концы рельсов соединены двумя идеальными батареями (без внутреннего сопротивления) с ЭДС ϵ каждая, с использованием проводов,



имеющих незначительное сопротивление.

- а) Определите ток, протекающий через цепь. Теперь однородный металлический стержень HG массой m и сопротивлением R размещается поверх рельсов, перпендикулярно им, так что он может скользить вдоль рельсов без трения. Изучаются цепи $AHGD$, $HCFG$ и узлы H и G .

- b) Покажите, что когда стержень HG находится в центре, на расстоянии L от AD ($x=0$), ток I_2 , проходящий через него, равен нулю.
- c) Определите сопротивления R_{AH} и R_{DG} для цепи AHGD, а также R_{HC} , R и R_{FG} для цепи HCFG, когда стержень смещён на расстояние $L+x$ от AD
- d) Найдите ток I_2 в случае, если стержень смещён на расстояние $L+x$ от AD
- e) Покажите, что для малых значений x ($x \ll L$) ток I_2 пропорционален смещению x : $I_2 = cx$, и определите постоянную c как функцию от ϵ , r , R и L .

Электромагнитный осциллятор:

Теперь прикладывается однородное магнитное поле B , перпендикулярное плоскости цепи (как показано на рисунке 2, направленное из плоскости страницы).

- f) Укажите эффект магнитного поля B на стержень, когда:
- Оно направлено из плоскости страницы (как показано на рисунке).
 - Оно направлено в плоскость страницы.
- g) Найдите ускорение стержня, вызванное магнитным полем, и в случае малых колебаний определите его период. Используйте общее выражение $I_2 = cx$, если вы не нашли значение c в части e. **(8 баллов)**

7. Очень длинный и прямой электрический кабель пропускает определённый ток. Для определения диаметра кабеля и проходящего через него тока магнитное поле измеряется точно в радиальном направлении с интервалами в 5 мм, начиная от центра кабеля. Получены следующие данные: Очевидно, что магнитное поле определяется различными формулами внутри и вне кабеля. Предполагая $B_{in} = Ar^\alpha$, $B_{out} = Cr^\beta$,
- Используя экспериментальные данные, определите коэффициенты A , C , α и β в этих формулах:
 - Определите радиус и диаметр кабеля.

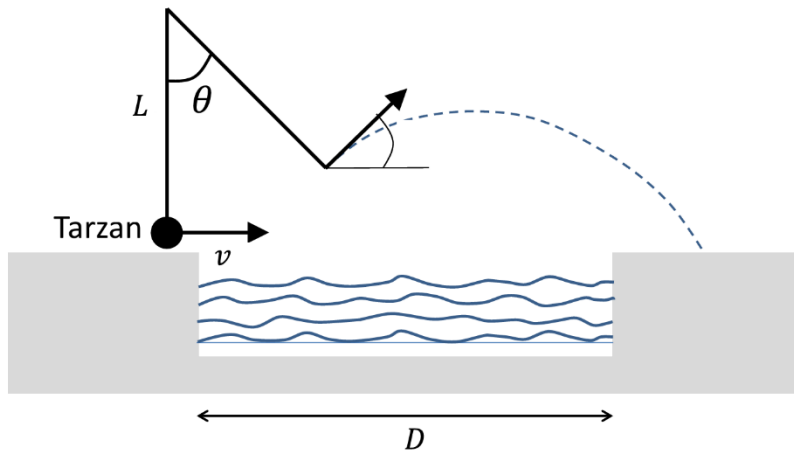
Важно: Эта задача разработана как экспериментальная. Все расчёты должны основываться только на экспериментальных данных. Пожалуйста, не используйте заранее известные формулы **(5 баллов)**

$r(\text{mm})$	$B(10^{-5} \text{ T})$	$r(\text{mm})$	$B(10^{-5} \text{ T})$
5	1.7	55	4.7
10	3.3	60	4.3
15	5.0	65	4.0
20	6.6	70	3.7
25	8.3	75	3.5
30	8.7	80	3.3
35	7.4	85	3.1
40	6.5	90	2.9
45	5.8	95	2.7
50	5.2	100	2.6

**VII International Creative Competition for Teachers and Trainers of the Olympiad
Reserve in Mathematics, Physics, and Computer Science
Physics.
Trainers' League. January 14, 2025**

Constants: $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ kgmm}^2/\text{kgs}^2$; $g=9,81 \text{ m/s}^2$

1. Tarzan wants to swing over a river, crossing a distance D between the two banks. For this, he uses a vine of length $L=4 \text{ m}$ that hangs vertically from a tree at the edge of the left bank. Tarzan reaches a speed of $v=10 \text{ m/s}$ at the moment he grabs the vine, and he lets go when the vine forms an angle $\theta=30^\circ$ with the vertical. Assume that the mass of the vine is negligible and that Tarzan's center of gravity coincides with the lower end of the vine. Find the maximum distance D that Tarzan could land on the other bank securely. **(3 Points)**



2. **Eccentricity** refers to a parameter that determines the shape of a conic section, such as an ellipse, parabola, or hyperbola. For an orbit, it describes how much the orbit deviates from being a perfect circle. It is defined by the formula:

$$e = \frac{c}{a}$$

Where:

- c : The distance from the center to the focus of the ellipse,
 a : The semi-major axis of the ellipse.

If $e=0$, the orbit is circular.

If $0 < e < 1$, the orbit is elliptical.

If $e=1$, the orbit is parabolic.

If $e > 1$, the orbit is hyperbolic.

A planet is in a circular orbit about a massive star. The star undergoes a spherically symmetric explosion in which one per cent of its mass is suddenly ejected to a distance well beyond that of the planet's orbit. Find the eccentricity of the new orbit of the planet, assuming the planet itself is unaffected by the explosion. **(6 Points)**

3. **The Bulk Modulus** is defined as $B = \frac{-dP}{\frac{dV}{V}}$ where $\frac{dV}{V}$ is the fractional change in volume of a sample subjected to an isotropic pressure increase dP .

Estimate the pressure at the deepest point of the Caspian Depression (1025 m below sea level). How large an error would be caused by neglecting the compressibility of seawater? Assume that the density of seawater is $\rho=1025 \text{ kg/m}^3$ at sea level and that its bulk modulus is $B=2.1 \times 10^9 \text{ Pa}$. $P_0=10^5 \text{ Pa}$. **(5 Points)**

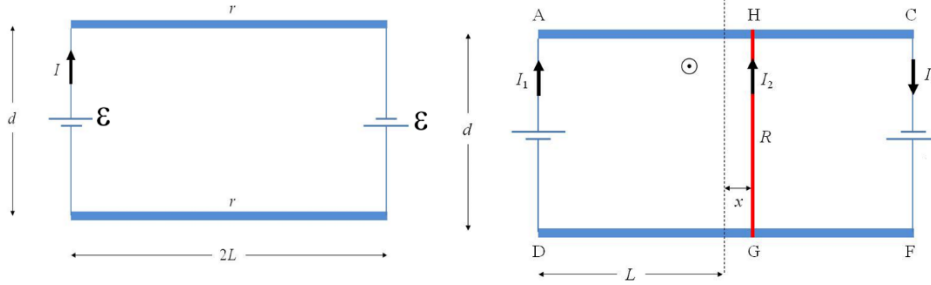
4. A cylinder contains a diatomic gas, with its open end closed by a piston. The piston is frictionless and can move freely. The gas beneath the piston has an initial pressure P_0 , volume V_0 , and temperature equal to the external environment. The piston is moved to compress the gas, and when the gas volume becomes $\frac{V_0}{k}$, the piston stops. This process occurs in two different scenarios. For each case, calculate the amount of heat transferred by the system to the surroundings during the process, in terms of P_0 , V_0 , and k .

- The piston is moved slowly (quasi-static), ensuring that the system remains in thermodynamic equilibrium with its surroundings at any moment.
- The piston is moved so quickly that it is assumed the gas inside the system remains in thermal equilibrium, but heat exchange between the system and its surroundings is negligible during the process. After the process is complete, the temperature of the gas inside the container eventually equilibrates with the surrounding temperature over time. **(6 Points)**

5. A thin, uniformly charged ring of radius R has a total charge of Q .

- Find the electric potential at a point located a distance z from the center of the ring, along the axis perpendicular to the plane of the ring.
- Find the maximum value of this potential and determine its position.
- Find the magnitude of the electric field at a point located a distance z from the center of the ring, along the axis perpendicular to the plane of the ring.
- Find the maximum value of this electric field and determine its position.
- A point particle with charge $(-q)$ and mass m is replaced at the center of this ring. Find the period of small oscillations of this particle assuming the ring does not move. **(7 Points)**

6. The circuit shown in the figure contains two parallel metallic rails separated by a distance d , which are fixed on a horizontal non-conductive table. Each rail has a length $2L$, a total electrical resistance R_0 , and a uniform resistivity along its length. The ends of the rails are connected to two ideal batteries (without internal resistance) with an electromotive force \mathcal{E} each, using wires of negligible resistance.



a) Determine the current circulating through the circuit.

Now, a homogeneous metallic bar HG , with mass m and resistance R , is placed on top of the rails, perpendicular to them, in such a way that it can slide along the rails without friction. The circuits $AHGD$, $HCFG$, and the nodes H and G will now be studied.

b) Show that when the bar HG is in the center, at a distance L from AD ($x=0$), the current I_2 flowing through it is zero.

c) Determine the resistances R_{AH} and R_{DG} of the circuit $AHGD$, as well as R_{HC} and R_{FG} of the circuit $HCFG$, when the bar is displaced a distance $L+x$ from AD .

d) Find the current I_2 in the case where the bar is displaced a distance $L+x$ from AD .

e) Show that for small values of x ($x \ll L$), the current I_2 is proportional to the displacement x , $I_2=cx$, and determine the constant c as a function of \mathcal{E} , r , R , and L .

Electromagnetic Oscillator:

Now a uniform magnetic field B is applied, perpendicular to the plane of the circuit (as shown in the example in Figure 2, pointing out of the page).

f) Indicate the effect of the magnetic field B on the bar when:

i) It points out of the page (as shown in the figure).

ii) It points into the page.

- f) Obtain the acceleration of the bar caused by the magnetic field and, in the case of small oscillations, determine its period. Use the generic expression $I_2=cx$ if you did not find the value of c in part e. **(8 Points)**

7. A very long and straight electric cable carries a certain current. To determine the diameter of the cable and the current passing through it, the magnetic field is measured precisely at the radial direction with intervals of every 5 mm starting from the center of the cable, resulting in the following table. It is evident that the magnetic field is determined by different formulas inside and outside the cable.

Assuming $B_{in} = Ar^a$, $B_{out} = Cr^b$,

a) Using the experimental data, determine the coefficients A , C , a and b in these formulas.

b) Determine the radius and diameter of the cable.

Important note: This problem is designed as an experimental question. All calculations must be based solely on the experimental data. Please do not use any pre-existing formulas that you already know. **(5 Points)**

$r(\text{mm})$	$B(10^{-5} \text{ T})$
5	1.7
10	3.3
15	5.0
20	6.6
25	8.3
30	8.7
35	7.4
40	6.5
45	5.8
50	5.2

$r(\text{mm})$	$B(10^{-5} \text{ T})$
55	4.7
60	4.3
65	4.0
70	3.7
75	3.5
80	3.3
85	3.1
90	2.9
95	2.7
100	2.6