

ШИФР КГЭУ/Ф/11-4
(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по Физике Дата проведения 09.03.2025
(наименование общеобразовательного предмета)
ФИО участника (полностью) Дульмиев Муса Рахмиевич
Дата рождения _____ Класс 11
Школа № 10 район Елабужский город Елабуга

Особые отметки (Заполняется представителем оргкомитета)
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.

Все виды шпаргалок изымаются и выдаются по письменному заявлению после истечения времени, предусмотренного на подачу и рассмотрение апелляций по данному предмету.

Оформление работы

Участник аккуратно заполняет титульный лист «Письменная работа», ставит дату и подпись.

На вложенных листах, как для чистовых, так и для черновых записей, можно писать или синей, или фиолетовой, или черной пастой (чернилами), одинаковой во всей работе (при необходимости смены цвета пасты (чернил), следует обратиться за разрешением к представителю оргкомитета олимпиады).

Задания (или часть задания), выполненные на листах, на которых имеются рисунки или записи, не относящиеся к выполняемому заданию, а также записи не на русском языке, и любые другие пометки, которые могут идентифицировать участника, на проверку не поступают и претензии по этим заданиям (задачам) не принимаются. На проверку не поступают также листы, подписанные участником, листы, на которых имеются записи карандашом (кроме рисунков, необходимых для пояснения сути ответа), и рванные (надорванные) листы.

Нельзя делать исправления карандашом.

Внимание! Если в работе ошибки исправлены карандашом, то при шифровке работы карандашные исправления будут стерты и на проверку поступит работа без исправлений.

С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен _____

_____ (подпись участника олимпиады)

Правила поведения

Участник очного тура олимпиады обязан:

- занять место, которое ему указано представителями оргкомитета;
- соблюдать тишину;
- использовать для записей только листы установленного образца;
- работать самостоятельно и не оказывать помощь в выполнении задания другим участникам.

Внимание. Если во время проверки письменных работ, жюри обнаружит идентичный текст (или цитаты с одинаковыми грамматическими, речевыми или смысловыми (фактическими) ошибками) в двух, или более работах, то за эти работы баллы не начисляются.

Участнику олимпиады запрещается:

- разговаривать с другими участниками;
- использовать какие-либо справочные материалы (учебные пособия, справочники, словари, записные книжки, в том числе и электронные, и т.д., а также любого вида шпаргалки);
- пользоваться средствами мобильной связи;
- покидать пределы территории, которая установлена организаторами для проведения очного тура олимпиады.

Внимание. За нарушение правил поведения участник удаляется с очного тура олимпиады с выставлением нуля баллов за выполняющуюся работу независимо от числа правильно выполненных заданий.

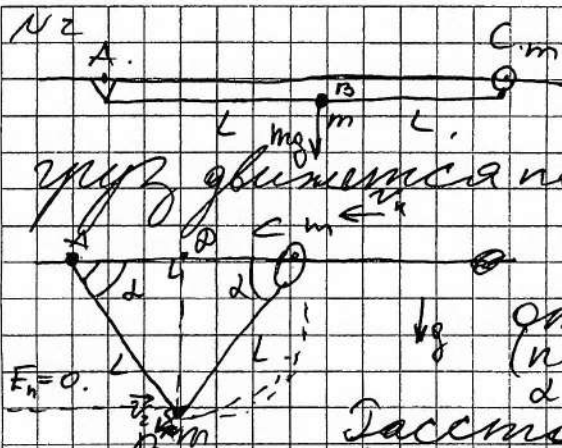
Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	25	15	25	90

Заполняется проверяющим!

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать!

47

$\alpha = 45^\circ$
 Когда тело вновь висит точка верт. скач. 0: $0 = v_0 \sin \alpha - g t$
 Полн. время полёта до максимума: $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 Полн. время полёта: $T = 2 \frac{v_0 \sin 45^\circ}{g} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$
 Полн. перемещение тела: $L = v_0 \cos \alpha \cdot T = \frac{2 v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g}$
 Расстояние до максимума т.о. осей X: $l = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{T}{2} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$
 Макс. высота подъёма: $h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{T}{2} - \frac{g T^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 45^\circ}{2g} = \frac{v_0^2}{4g}$
 $AB = BC = \sqrt{h^2 + l^2} = \sqrt{\frac{v_0^4 \sin^4 \alpha}{4g^2} + \frac{v_0^4}{4g^2}} = \frac{v_0^2}{2g} \sqrt{\sin^4 \alpha + 1} = \frac{v_0^2}{2g} \sqrt{\frac{1}{4} + 1} = \frac{v_0^2}{2g} \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{v_0^2 \sqrt{5}}{4g}$
 $\sin \beta = \frac{l}{AB} = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \frac{4g}{v_0^2 \sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} \quad \cos \beta = \frac{h}{AB} = \frac{v_0^2 \sin^2 45^\circ}{2g} \cdot \frac{4g}{v_0^2 \sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{\sqrt{5}}$
 $\sin 2\beta = \sin \angle ABC = 2 \sin \beta \cos \beta = 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{4}{5}$
 Тот же способ: окружность описана около $\triangle ABC$: $R = \frac{AC}{2 \sin \beta} = \frac{L}{2 \sin \beta} = \frac{v_0^2}{4g} \cdot \frac{5}{4} = \frac{5 v_0^2}{16g}$
 $R = \frac{5 v_0^2}{16g}$ — искомый радиус
 Ответ: $\frac{5 v_0^2}{16g}$



Заметим что т.к. нить закреплена в т. А, то

груз движется по окружности радиусом

значит, когда груз пройдет путь L , нить повернется от т. А. т.е. закреплена на т. В (по определению радиуса)

Расстояние от груза до центра L

$$\Rightarrow \triangle ABC \text{ п.о. } BD = L \sin \alpha$$

З.З. проекции т.к. сила реакции опоры не совершает работы и нить невесомая и нерастяжима

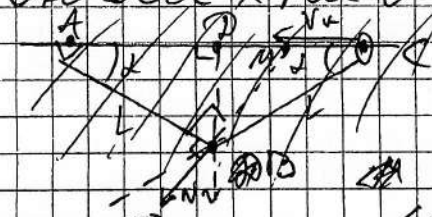
Груз будет иметь скорость $v_k \perp AB$, а канц $v_k \parallel AC$

$$3 \text{ З.З. } mg \cdot BD = \frac{mv_k^2}{2} + mg \cdot BD \quad (1)$$

$$g \cdot L \sin \alpha = \frac{v_k^2}{2} + \frac{v_k^2}{2} ; 2gL \sin \alpha = v_k^2 + v_k^2 \quad (2)$$

+5
+5

Поскольку на систему. Итак как нить нерастяжима?



Проекция скорости на ось

Заметим что $\angle ABD = \frac{\pi}{2} - \alpha$

$$\angle ABD = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\angle ABM = \pi - \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\angle BMC = \pi - \angle AMB - \alpha = \pi - (\frac{\pi}{2} - \alpha) - \alpha = \frac{\pi}{2}$$

$$\angle ABM \angle AMB = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

$$\angle CBM = \pi - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} + \alpha = 2\alpha$$

$$\angle CBM = \beta = 2\alpha - \frac{\pi}{2}$$

Из утверждения 1:

$$v_k \cos \alpha = v_2 \cos \beta$$

$$v_k \cos \alpha = v_2 \cdot \cos(\frac{\pi}{2} - 2\alpha)$$

$$v_k \cos \alpha = v_2 \sin 2\alpha$$

$$v_k \cos \alpha = v_2 \cos \alpha \sin \alpha \cdot 2$$

$$v_k = v_2 \sin \alpha \cdot 2 \quad v_2 = \frac{v_k}{2 \sin \alpha} \quad +5$$

Из уравнения 2:

$$2gL \sin \alpha = v_2^2 + v_2^2 \sin^2 \alpha - 4$$

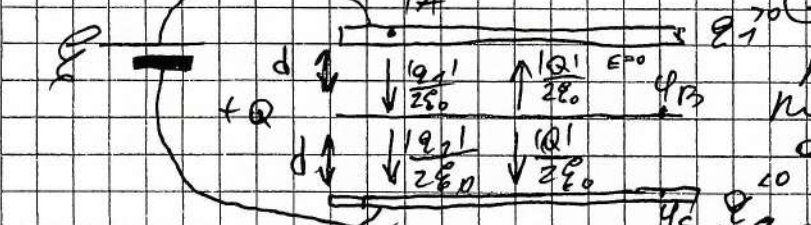
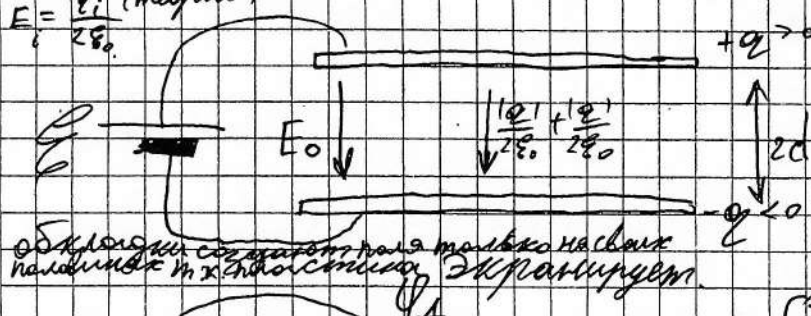
$$2gL \sin \alpha = \frac{v_k^2}{4 \sin^2 \alpha} + v_k^2 ; 2gL \sin \alpha = v_k^2 (\frac{1}{4 \sin^2 \alpha} + 1)$$

$$v_k^2 = \frac{2gL \sin \alpha}{(\frac{1}{4 \sin^2 \alpha} + 1)} \quad v_k = \sqrt{\frac{8gL \sin \alpha}{1 + 4 \sin^2 \alpha}} \quad \text{или } \sqrt{\frac{2gL \sin \alpha}{\frac{1}{4 \sin^2 \alpha} + 1}}$$

№3 Криволинейный заряд
Плоские пластины
 $E_i = \frac{\sigma_i}{2\epsilon_0}$

ϵ_0 - электрическая постоянная

Изначально конденсатор был незаряжен, поэтому его суммарный заряд равен нулю. Пластины экранируют друг друга. $Q = C \cdot U$ (4)
 $E = E_0 \cdot 2d$ (5)



Понятно, что после выскрипа пластины верт. обкладка будет заряжена отрицательно.

Пусть заряд пластины Q в верхней половине не имеет. Значит потенциал пластины $(Q_1 + Q_2 = Q)$ (3) равен потенциалу верх. обкладки. $\varphi_A - \varphi_C = E = \varphi_B - \varphi_C = E$

$\frac{|Q_1|}{2\epsilon_0} - \frac{|Q_2|}{2\epsilon_0} = 0$ (2) $U_3(2): \frac{Q_1}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{2\epsilon_0}$
 $\frac{|Q_1|}{2\epsilon_0} + \frac{|Q_2|}{2\epsilon_0} \cdot d = \varphi_B - \varphi_C = E$ (3) $U_3(4): Q_2 = -Q_1 = -Q$
 $U_3(3): \frac{|Q_1|}{2\epsilon_0} + \frac{|Q_2|}{2\epsilon_0} \cdot d = E$ (6)

(4) \Rightarrow (5) $E = \frac{2Q}{2\epsilon_0} = \frac{2C \cdot U}{2\epsilon_0} = \frac{C \cdot U}{\epsilon_0}$
 $E = E_0 \cdot 2d = \frac{C \cdot U}{\epsilon_0} \Rightarrow U = \frac{C \cdot d}{\epsilon_0} \Rightarrow d = \frac{\epsilon_0}{C}$

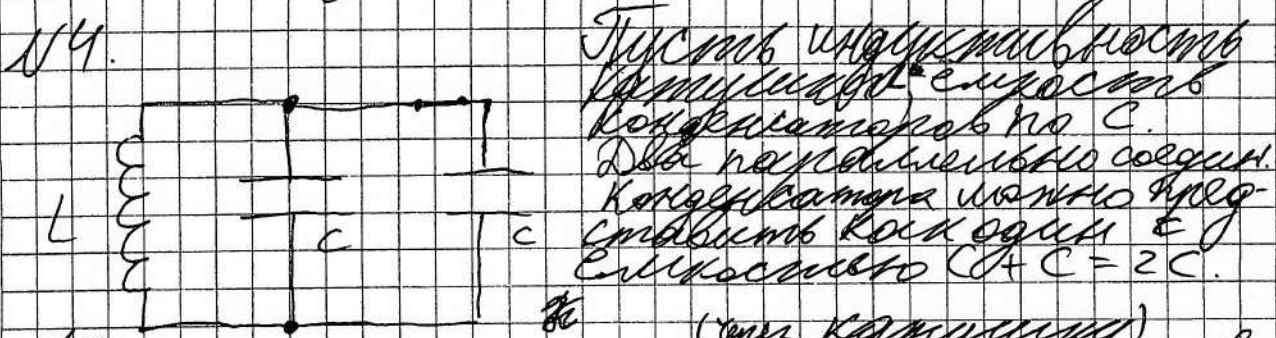
(6) $d = \frac{Q}{\epsilon_0} \cdot \frac{\epsilon_0}{C} = \frac{Q}{C} = \frac{Q - C \cdot U}{C}$

(5) $E = \frac{C \cdot U}{\epsilon_0} \cdot 2d \Rightarrow U = \frac{C \cdot 2d}{\epsilon_0} \Rightarrow d = \frac{\epsilon_0}{2C}$

(6) $\frac{Q}{\epsilon_0} \cdot \frac{\epsilon_0}{2C} = E \Rightarrow Q = 2CE$
 $Q_2 = -Q = -2CE$

Заряд на нижней обкладке уменьшился на $\Delta Q = Q - |Q_2| - Q_2 = -CE + 2CE = CE$ значит средн. источник протекл заряд $\Delta Q = CE$. Тогда как затворен, направлена вверх, то её работа $A = +E \cdot \Delta Q = +CE$ н.к. заряд ушёл навстречу.

13. Проверим ответ. Если бы верхняя плита заряжена, то поле было бы только сверху и не было бы поля снизу. Но так как заряды равны, то поле будет только в центре. Ответ: Заряд пластины: $2C$. Работа источника: $+C\epsilon^2$ (при $\epsilon = 1,70$).

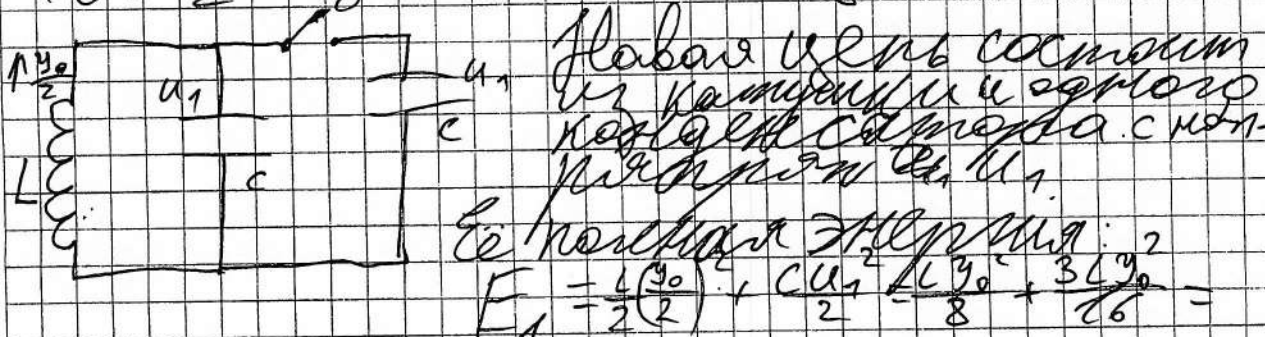


Когда сила тока максимальна и равна I_0 , то напряжение на конденсаторах U_C . Но так как конденсаторы соединены параллельно, то $U_C = U_0$. Значит $\frac{L I_0^2}{2} = \frac{2C U_0^2}{2} = C U_0^2$, где U_0 — максимальная.

Напряжение на конденсаторах U_C . Полная энергия в цепи: $E = \frac{L I_0^2}{2}$, $E = \frac{2C U_0^2}{2} = C U_0^2$.

Когда ключ размыкают, $E = \frac{L I_0^2}{2} + \frac{2C U_1^2}{2}$. Но так как энергия не меняется, то $E = \frac{L I_0^2}{2} + C U_1^2 = \frac{L I_0^2}{2} + C U_1^2$.

40. $\frac{L I_0^2}{2} = \frac{L I_1^2}{2} + C U_1^2 \Rightarrow C U_1^2 = \frac{L I_0^2}{2} - \frac{L I_1^2}{2} = \frac{3L I_0^2}{8}$



Максимальная сила тока будет тогда, когда напряжение на конденсаторе будет равно нулю. Эта сила тока будет I_1 . Значит $\frac{L I_1^2}{2} = \frac{5L I_0^2}{8}$.

Ответ: $\sqrt{\frac{5}{8}} I_0$.