

# 2008年上海市高中毕业统一学业考试

## 物理试卷

考生注意：

1. 答卷前，考生务必将姓名、准考证号、校验码等填写清楚。
2. 本试卷共 10 页，满分 150 分。考试时间 120 分钟。考生应用蓝色或黑色的钢笔或圆珠笔将答案直接写在试卷上。
3. 本试卷一、四大题中，小题序号标有字母 A 的试题，适合于使用一期课改教材的考生；标有字母 B 的试题适合于使用二期课改教材的考生；其它未标字母 A 或 B 的试题为全体考生必做的试题。不同大题可以分别选做 A 类或 B 类试题，同一大题的选择必须相同。若在同一大题 内同时选做 A 类、B 类两类试题，阅卷时只以 A 类试题计分。
4. 第 20、21、22、23、24 题要求写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案，而未写出主要演算过程的，不能得分。有关物理量的数值计算问题，答案中必须明确写出数值和单位。

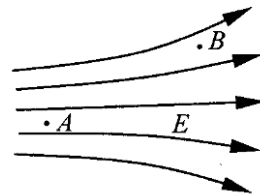
一. (20 分) 填空题. 本大题共 5 小题，每小题 4 分。答案写在题中横线上的空白处或指定位置，不要求写出演算过程。

本大题第 1、2、3 小题为分叉题，分 A、B 两类，考生可任选一类答题。若两类试题均做，一律按 A 类试题计分。

### A 类题 (适合于二期课改教材的考生)

1A. 某行星绕太阳运动可近似看作匀速圆周运动，已知行星运动的轨道半径为  $R$ ，周期为  $T$ ，万有引力恒量为  $G$ ，则该行星的线速度大小为\_\_\_\_\_；太阳的质量可表示为\_\_\_\_\_。

2A. 如图所示，把电量为  $-5 \times 10^{-9} \text{C}$  的电荷，从电场中的 A 点移到 B 点，其电势能\_\_\_\_\_ (选填“增大”、“减小”或“不变”)；若 A 点的电势  $U_A = 15 \text{V}$ ，B 点的电势  $U_B = 10 \text{V}$ ，则此过程中电场力做的功为\_\_\_\_\_ J。



3A. 1991 年卢瑟福依据  $\alpha$  粒子散射实验中  $\alpha$  粒子发生了\_\_\_\_\_ (选填“大”或“小”) 角度散射现象，提出了原子的核式结构模型。若用动能为  $1 \text{MeV}$  的  $\alpha$  粒子轰击金箔，则其速度约为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ 。(质子和中子的质量均为  $1.67 \times 10^{-27} \text{kg}$ ， $1 \text{MeV} = 1 \times 10^6 \text{eV}$ )

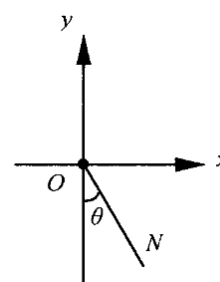
### B 类题 (适合于二期课改教材的考生)

1B. 体积为  $V$  的油滴，落在平静的水面上，扩展成面积为  $S$  的单分子油膜，则该油滴的分子直径约为\_\_\_\_\_。已知阿伏伽德罗常数为  $N_A$ ，油的摩尔质量为  $M$ ，则一个油分子的质量为\_\_\_\_\_。

- 2B. 放射性元素的原子核在  $\alpha$  衰变或  $\beta$  衰变生成新原子核时，往往会同时伴随\_\_\_\_\_辐射。已知 A、B 两种放射性元素的半衰期分别为  $T_1$  和  $T_2$ ，经过  $t=T_1 \cdot T_2$  时间后测得这两种放射性元素的质量相等，那么它们原来的质量之比  $m_A : m_B =$ \_\_\_\_\_。
- 3B. 某集装箱吊车的交流电动机输入电压为 380V，则该交流电电压的最大值为\_\_\_\_\_V。当吊车以 0.1m/s 的速度匀速吊起总质量为  $5.7 \times 10^3 \text{kg}$  的集装箱时，测得电动机的电流为 20A，电动机的工作效率为\_\_\_\_\_。(g 取  $10 \text{m/s}^2$ )

公共题（全体考生必做）

4. 如图所示，在竖直平面内的直角坐标系中，一个质量为  $m$  的质点在外力  $F$  的作用下，从坐标原点  $O$  由静止开始沿直线  $ON$  斜向下运动，直线  $ON$  与  $y$  轴负方向成  $\theta$  角 ( $\theta < \pi/4$ )。则  $F$  大小至少为\_\_\_\_\_；若  $F = mg \tan \theta$ ，则质点机械能大小的变化情况是\_\_\_\_\_。



5. 在伽利略羊皮纸手稿中发现的斜面实验数据如右表所示，人们推测第二、三列数据可能分别表示时间和长度。伽利略时代的 1 个长度单位相当于现在的  $\frac{29}{30}$  mm，假设 1 个时间单位相当于现在的 0.5s。由此可以推测实验时光滑斜面的长度至少为\_\_\_\_\_m，斜面的倾角约为\_\_\_\_\_度。(g 取  $10 \text{m/s}^2$ )

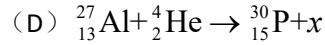
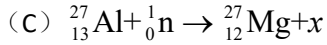
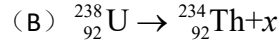
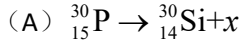
表：伽利略手稿中的数据

1	1	32
4	2	130
9	3	298
16	4	526
25	5	824
36	6	1192
49	7	1600
64	8	2104

二、(40 分) 选择题。本大题分单项选择题和多项选择题，共 9 小题。单项选择题有 5 小题，每小题给出的四个答案中，只有一个是正确的，选对的得 4 分；多项选择题有 4 小题，每小题给出的四个答案中，有二个或二个以上是正确的，选对的得 5 分，选对但不全，得部分分；有选错或不答的，得 0 分。把正确答案全选出来，并将正确答案前面的字母填写在题后的方括号内。填写在方括号外的字母，不作为选出的答案。

I. 单项选择题

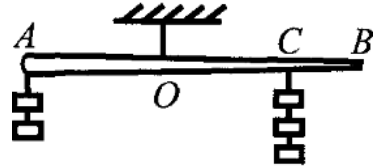
6. 在下列 4 个核反应方程中， $x$  表示质子的是



[      ]

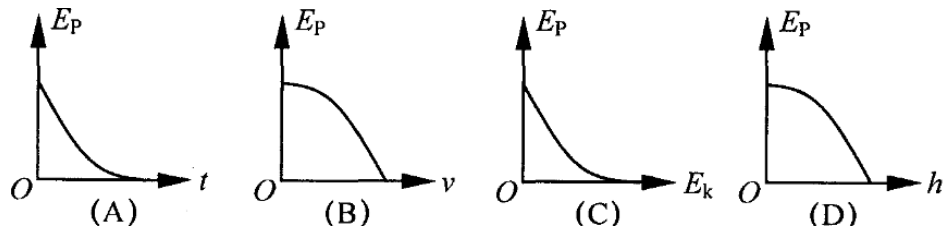
7. 如图所示，一根木棒  $AB$  在  $O$  点被悬挂起来， $AO=OC$ ，在  $A$ 、 $C$  两点分别挂有两个和三个钩码，木棒处于平衡状态。如在木棒的  $A$ 、 $C$  点各增加一个同样的钩码，则木棒

- (A) 绕  $O$  点顺时针方向转动
- (B) 绕  $O$  点逆时针方向转动
- (C) 平衡可能被破坏，转动方向不定
- (D) 仍能保持平衡状态



[      ]

8. 物体做自由落体运动， $E_k$  代表动能， $E_p$  代表势能， $h$  代表下落的距离，以水平地面为零

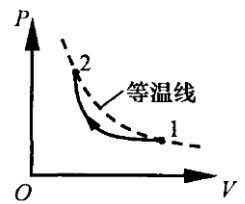


势能面。下列所示图像中，能正确反映各物理量之间关系的是

[      ]

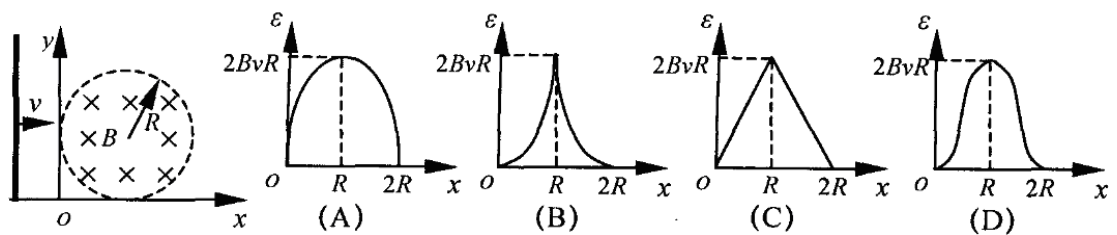
9. 已知理想气体的内能与温度成正比。如图所示的实线为汽缸内一定质量的理想气体由状态 1 到状态 2 的变化曲线，则在整个过程中汽缸内气体的内能

- (A) 先增大后减小
- (B) 先减小后增大
- (C) 单调变化
- (D) 保持不变



[      ]

10. 如图所示，平行于  $y$  轴的导体棒以速度  $v$  向右做匀速直线运动，经过半径为  $R$ 、磁感应



强度为  $B$  的圆形匀强磁场区域，导体棒中的感应电动势  $\varepsilon$  与导体棒位置  $x$  关系的图像是

[ ]

## II. 多项选择题

11. 某物体以  $30\text{m/s}$  的初速度竖直上抛，不计空气阻力， $g$  取  $10\text{m/s}^2$ 。5s 内物体的

- (A) 路程为  $65\text{m}$
- (B) 位移大小为  $25\text{m}$ ，方向向上
- (C) 速度改变量的大小为  $10\text{m/s}$
- (D) 平均速度大小为  $13\text{m/s}$ ，方向向上

[ ]

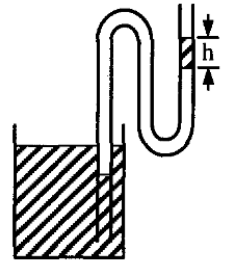
12. 在杨氏双缝干涉实验中，如果

- (A) 用白光作为光源，屏上将呈现黑白相间的条纹
- (B) 用红光作为光源，屏上将呈现红黑相间的条纹
- (C) 用红光照射一条狭缝，用紫光照射另一条狭缝，屏上将呈现彩色条纹
- (D) 用紫光作为光源，遮住其中一条狭缝，屏上将呈现间距不等的条纹

[ ]

13. 如图所示，两端开口的弯管，左管插入水银槽中，右管有一段高为  $h$  的水银柱，中间封有一段空气，则

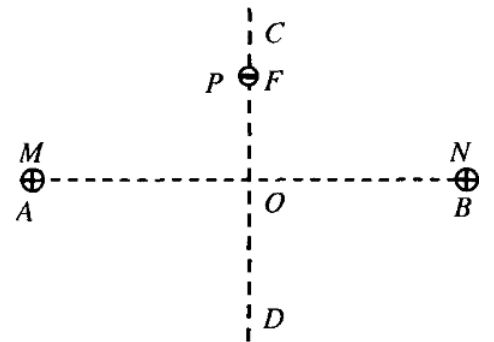
- (A) 弯管左管内外水银面的高度差为  $h$
- (B) 若把弯管向上移动少许，则管内气体体积增大
- (C) 若把弯管向下移动少许，则右管内的水银柱沿管壁上升
- (D) 若环境温度升高，则右管内的水银柱沿管壁上升



[ ]

14. 如图所示，在光滑绝缘水平面上，两个带等量正电的点电荷  $M$ 、 $N$ ，分别固定在  $A$ 、 $B$  两点， $O$  为  $AB$  连线的中点， $CD$  为  $AB$  的垂直平分线。在  $CO$  之间的  $F$  点由静止释放一个带负电的小球  $P$ （设不改变原来的电场分布），在以后的一段时间内， $P$  在  $CD$  连线上做往复运动。若

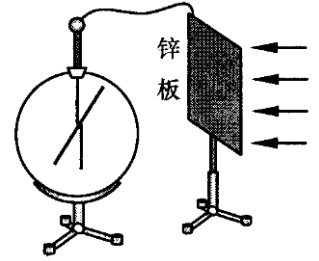
- (A) 小球  $P$  的带电量缓慢减小，则它往复运动过程中振幅不断减小
- (B) 小球  $P$  的带电量缓慢减小，则它往复运动过程中每次经过  $O$  点时的速率不断减小
- (C) 点电荷  $M$ 、 $N$  的带电量同时等量地缓慢增大，则小球  $P$  往复运动过程中周期不断减小
- (D) 点电荷  $M$ 、 $N$  的带电量同时等量地缓慢增大，则小球  $P$  往复运动过程中振幅不断减小



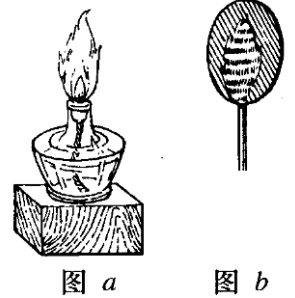
[ ]

## 三. (30分) 实验题

15. (4分) 如图所示, 用导线将验电器与洁净锌板连接, 触摸锌板使验电器指示归零。用紫外线照射锌板, 验电器指针发生明显偏转, 接着用毛皮摩擦过的橡胶棒接触锌板, 发现验电器指针张角减小, 此现象说明锌板带\_\_\_\_\_电 (选填写“正”或“负”); 若改用红外线重复上实验, 结果发现验电器指针根本不会发生偏转, 说明金属锌的极限频率\_\_\_\_\_红外线 (选填“大于”或“小于”)。



16. (4分, 单选题) 用如图所示的实验装置观察光的薄膜干涉现象。图(a)是点燃酒精灯 (在灯芯上洒些盐), 图(b)是竖立的附着一层肥皂液薄膜的金属丝圈。将金属丝圈在其所在的竖直平面内缓慢旋转, 观察到的现象是
- (A) 当金属丝圈旋转  $30^\circ$  时干涉条纹同方向旋转  $30^\circ$
- (B) 当金属丝圈旋转  $45^\circ$  时干涉条纹同方向旋转  $90^\circ$
- (C) 当金属丝圈旋转  $60^\circ$  时干涉条纹同方向旋转  $30^\circ$
- (D) 干涉条纹保持原来状态不变



[       ]

17. (6分) 在“用单摆测重力加速度”的实验中,

(1) 某同学的操作步骤为:

- 取一根细线, 下端系住直径为  $d$  的金属小球, 上端固定在铁架台上
- 用米尺量得细线长度  $l$
- 在摆线偏离竖直方向  $5^\circ$  位置释放小球
- 用秒表记录小球完成  $n$  次全振动的总时间  $t$ , 得到周期  $T=t/n$
- 用公式  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$  计算重力加速度

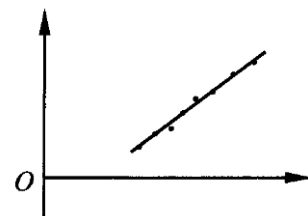
按上述方法得出的重力加速度值与实际值相比\_\_\_\_\_ (选填“偏大”、“相同”或“偏小”)。

(2) 已知单摆在任意摆角  $\theta$  时的周期公式可近似为

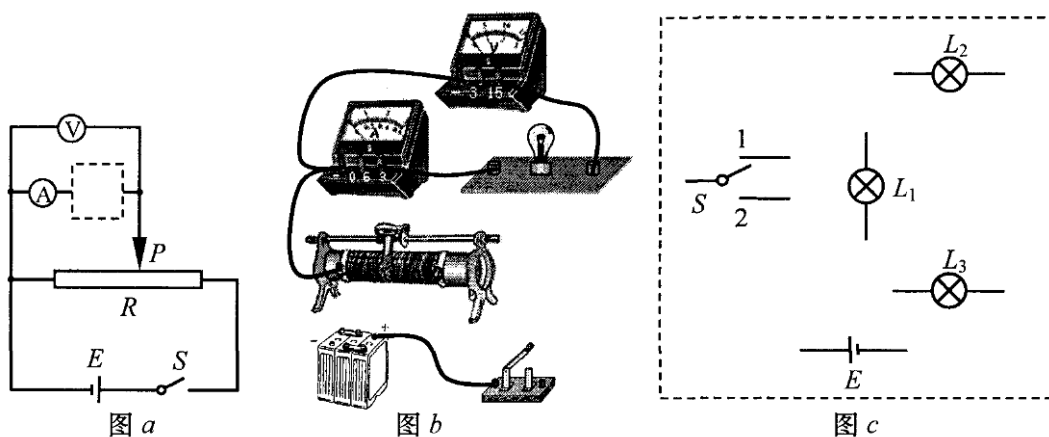
$$T' = T_0 \left[ 1 + a \sin^2 \left( \frac{\theta}{2} \right) \right], \text{ 式中 } T_0 \text{ 为摆角趋近于 } 0^\circ \text{ 时的周期,}$$

$a$  为常数。为了用图像法验证该关系式, 需要测量的物理量有\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ; 若某同学在实验中得到了如图所示的图线, 则图像中的横轴表示\_\_\_\_\_。



18. (6分) 某同学利用图(a)所示的电路研究灯泡  $L_1$  (6V, 1.5W)、 $L_2$  (6V, 10W) 的发光情况 (假设灯泡电阻恒定), 图(b)为实物图。



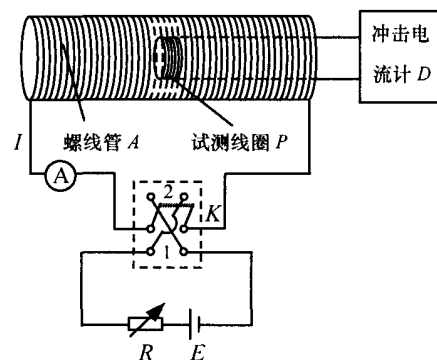
况 (假设灯泡电阻恒定), 图(b)为实物图。

(1) 他分别将  $L_1$ 、 $L_2$  接入图(a)中的虚线框位置, 移动滑动变阻器的滑片  $P$ , 当电压表示数为 6V 时, 发现灯泡均能正常发光。在图(b)中用笔线代替导线将电路连线补充完整。

(2) 接着他将  $L_1$  和  $L_2$  串联后接入图(a)中的虚线框位置, 移动滑动变阻器的滑片  $P$ , 当电压表示数为 6V 时, 发现其中一个灯泡亮而另一个灯泡不亮, 出现这种现象的原因是\_\_\_\_\_。

(3) 现有如下器材: 电源  $E$  (6V, 内阻不计), 灯泡  $L_1$  (6V, 1.5W)、 $L_2$  (6V, 10W),  $L_3$  (6V, 10W), 单刀双掷开关  $S$ 。在图(c)中设计一个机动车转向灯的控制电路: 当单刀双掷开关  $S$  与 1 相接时, 信号灯  $L_1$  亮, 右转向灯  $L_2$  亮而左转向灯  $L_3$  不亮; 当单刀双掷开关  $S$  与 2 相接时, 信号灯  $L_1$  亮, 左转向灯  $L_3$  亮而右转向灯  $L_2$  不亮。

19. (10分) 如图所示是测量通电螺线管  $A$  内部磁感应强度  $B$  及其与电流  $I$  关系的实验装置。将截面积为  $S$ 、匝数为  $N$  的小试测线圈  $P$  置于螺线管  $A$  中间, 试测线圈平面与螺线管的轴线垂直, 可认为穿过该试测线圈的磁场均匀。将试测线圈引线的两端与冲击电流计  $D$  相连。拨动双刀双掷换向开关  $K$ , 改变通入螺线管的电流方向, 而不改变电流大小, 在  $P$  中产生的感应电流引起  $D$  的指针偏转。



(1) 将开关合到位置 1, 待螺线管  $A$  中的电流稳定后, 再将  $K$  从位置

1 拨到位置 2，测得  $D$  的最大偏转距离为  $d_m$ ，已知冲击电流计的磁通灵敏度为  $D_{\Delta\phi}$ ， $D_{\Delta\phi} = \frac{d_m}{N\Delta\phi}$ ，式中  $\Delta\phi$  为单匝试测线圈磁通量的变化量。则试测线圈所在处磁感应强度  $B =$  \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_；若将  $K$  从位置 1 拨到位置 2 的过程所用的时间为  $\Delta t$ ，则试测线圈  $P$  中产生的平均感应电动势  $\bar{E} =$  \_\_\_\_\_。

(2) 调节可变电阻  $R$ ，多次改变电流并拨动  $K$ ，得到  $A$  中电流  $I$  和磁感应强度  $B$  的数据，见右表。由此可得，螺线管  $A$  内部感应强度  $B$  和电流  $I$  的关系为  $B =$  \_\_\_\_\_。

实验次数	$I$ (A)	$B$ ( $\times 10^{-3}T$ )
1	0.5	0.62
2	1.0	1.25
3	1.5	1.88
4	2.0	2.51
5	2.5	3.12

(3) (多选题) 为了减小实验误差，提高测量的准确性，可采取的措施有

- (A) 适当增加试测线圈的匝数  $N$
- (B) 适当增大试测线圈的横截面积  $S$
- (C) 适当增大可变电阻  $R$  的阻值
- (D) 适当拨长拨动开关的时间  $\Delta t$

四. (60 分) 计算题。本大题中第 20 题为分叉题，分 A 类、B 类两题，考生可任选一题。若两题均做，一律按 A 类题计分。

A 类题 (适合于二期课改教材的考生)

20A. (10 分) 汽车行驶时轮胎的胎压太高容易造成爆胎事故，太低又会造成耗油上升。已知某型号轮胎能在  $-40^{\circ}C \sim 90^{\circ}C$  正常工作，为使轮胎在此温度范围内工作时的最高胎压不超过  $3.5\text{atm}$ ，最低胎压不低于  $1.6\text{atm}$ ，那么在  $t = 20^{\circ}C$  时给该轮胎充气，充气后的胎压在什么范围内比较合适？(设轮胎容积不变)

B 类题 (适合于二期课改教材的考生)

20B. (10 分) 某小型实验水电站输出功率是 20kW, 输电线路总电阻是  $6\Omega$ 。

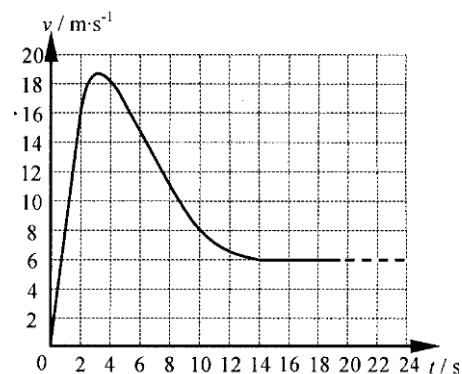
- (1) 若采用 380V 输电, 求输电线路损耗的功率。
- (2) 若改用 5000 高压输电, 用户端利用  $n_1:n_2=22:1$  的变压器降压, 求用户得到的电压。

公共题 (全体考必做)

21. (12 分) 总质量为 80kg 的跳伞运动员从离地 500m 的直升机上跳下, 经过 2s 拉开绳索开启

降落伞, 如图所示是跳伞过程中的  $v-t$  图, 试根据图像求: ( $g$  取  $10\text{m/s}^2$ )

- (1)  $t=1\text{s}$  时运动员的加速度和所受阻力的大小。
- (2) 估算 14s 内运动员下落的高度及克服阻力做的功。
- (3) 估算运动员从飞机上跳下到着地的总时间。



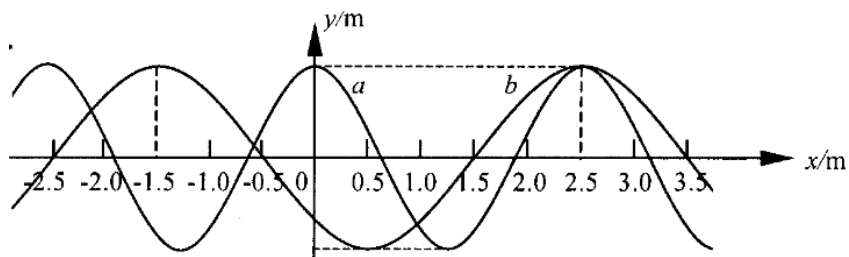
22. (12 分) 有两列简谐横波  $a$ 、 $b$  在同一媒质中沿  $x$  轴正方向传播, 波速均为  $v=2.5\text{m/s}$ 。在  $t=$

0 时, 两列波的波峰正好在  $x=2.5\text{m}$  处重合, 如图所示。

- (1) 求两列波的周期  $T_a$  和  $T_b$ 。
- (2) 求  $t=0$  时, 两列波的波峰重合处的所有位置。
- (3) 辨析题: 分析并判断在  $t=0$  时是否存在两列波的波谷重合处。

某同学分析如下: 既然两列波的波峰存在重合处, 那么波谷与波谷重合处也一定存在。只要找到这两列波半波长的最小公倍数, ……., 即可得到波谷与波谷重合处的所有位置。

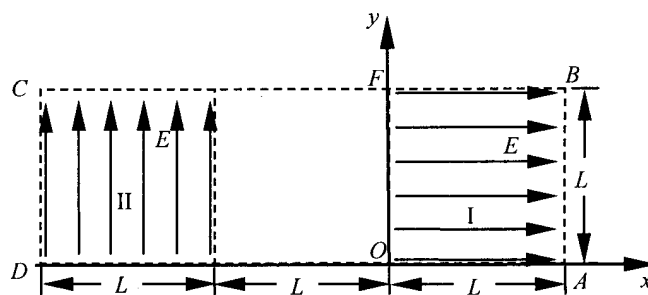
你认为该同学的分析正确吗? 若正确, 求出这些点的位置。若不正确, 指出错误处并通过计算说明理由。



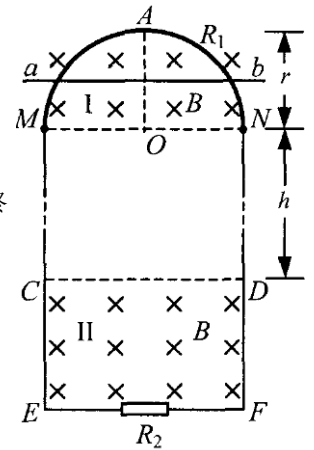


23. (12分) 如图所示为研究电子枪中电子在电场中运动的简化模型示意图。在  $Oxy$  平面的  $ABCD$  区域内，存在两个场强大小均为  $E$  的匀强电场 I 和 II，两电场的边界均是边长为  $L$  的正方形（不计电子所受重力）。

- (1) 在该区域  $AB$  边的中点处由静止释放电子，求电子离开  $ABCD$  区域的位置。
- (2) 在电场 I 区域内适当位置由静止释放电子，电子恰能从  $ABCD$  区域左下角  $D$  处离开，求所有释放点的位置。
- (3) 若将左侧电场 II 整体水平向右移动  $L/n$  ( $n \geq 1$ )，仍使电子从  $ABCD$  区域左下角  $D$  处离开（ $D$  不随电场移动），求在电场 I 区域内由静止释放电子的所有位置。



24. (14分) 如图所示, 竖直平面内有一半径为  $r$ 、内阻为  $R_1$ 、粗细均匀的光滑半圆形金属环, 在  $M$ 、 $N$  处与相距为  $2r$ 、电阻不计的平行光滑金属轨道  $ME$ 、 $NF$  相接,  $EF$  之间接有电阻  $R_2$ , 已知  $R_1=12R$ ,  $R_2=4R$ 。在  $MN$  上方及  $CD$  下方有水平方向的匀强磁场 I 和 II, 磁感应强度大小均为  $B$ 。现有质量为  $m$ 、电阻不计的导体棒  $ab$ , 从半圆环的最高点  $A$  处由静止下落, 在下落过程中导体棒始终保持水平, 与半圆形金属环及轨道接触良好, 设平行轨道足够长。已知导体棒  $ab$  下落  $r/2$  时的速度大小为  $v_1$ , 下落到  $MN$  处的速度大小为  $v_2$ 。



- (1) 求导体棒  $ab$  从  $A$  下落  $r/2$  时的加速度大小。
- (2) 若导体棒  $ab$  进入磁场 II 后棒中电流大小始终不变, 求磁场 I 和 II 之间的距离  $h$  和  $R_2$  上的电功率  $P_2$ 。
- (3) 若将磁场 II 的  $CD$  边界略微下移, 导体棒  $ab$  刚进入磁场 II 时速度大小为  $v_3$ , 要使其在外力  $F$  作用下做匀加速直线运动, 加速度大小为  $a$ , 求所加外力  $F$  随时间变化的关系式。

# 2008 年全国普通高等学校招生统一考试

## 上海物理试卷答案要点

一. 填空题 (共 20 分)

1A.  $\frac{2\pi R}{T}, \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$       2A. 增大,  $-2.5 \times 10^{-8}$       3A. 大,  $6.9 \times 10^6$

1B.  $\frac{v}{S}, \frac{M}{N_A}$       2B.  $\boxtimes, 2^{T_2} : 2^{T_1}$       3B.  $380\sqrt{2}, 75\%$

4.  $Mg\sin\boxtimes$ , 增大、减小都有可能      5. 2.04, 1.5

二、选择题 (共 40 分)

I. 6. C      7. D      8. B      9. B      10. A

II. 11. AB      12. BD      13. ACD      14. BCD

三、实验题 (共 30 分)

15. 正, 大于      16. D

17. (1) 偏小  
(2)  $T'$  (或  $t, n$ ),  $\boxtimes, T'$

18. (1) 如图 b  
(2) 由于  $R_{L1}$  比  $R_{L2}$  小得多, 灯泡  $L_2$  分得的电压很小, 虽然有电流流过, 但功率很小, 不能发光。

(3) 如图 c

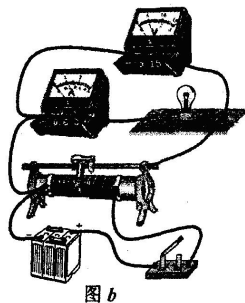


图 b

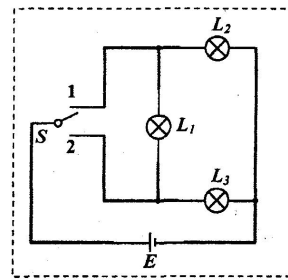


图 c

19. (1)  $\frac{d_m}{2ND_\phi S}, \frac{d_m}{D_\phi \Delta t}$       (2) 0.00125I (或 kI)      (3) A, B

四、计算题 (共 60 分)

20 A. (10 分)

解: 由于轮胎容积不变, 轮胎内气体做等容变化。

设在  $T_0 = 293\text{K}$  充气后的最小胎压为  $P_{\min}$ , 最大胎压为  $P_{\max}$ 。依题意, 当  $T_1 = 233\text{K}$  时胎压为  $P_1 = 1.6\text{atm}$ 。根据查理定律

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_{\min}}{T_0}, \text{ 即 } \frac{1.6}{233} = \frac{P_{\min}}{293}$$

解得:  $P_{\min} = 2.01\text{atm}$

当  $T_2 = 363\text{K}$  时胎压为  $P_2 = 3.5\text{atm}$ 。根据查理定律

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_{\max}}{T_0}, \text{ 即 } \frac{3.5}{363} = \frac{P_{\max}}{293}$$

解得:  $P_{\max} = 2.83\text{atm}$

20B. (10 分)

解：(1) 输电线上的电流强度为  $I = \frac{P}{U} = \frac{20 \times 10^3}{380} \text{A} = 52.63 \text{A}$  ①

输电线路损耗的功率为

$$P_{\text{损}} = I^2 R = 52.63^2 \times 6 \text{W} \approx 16620 \text{W} = 16.62 \text{kW}$$
 ②

(2) 改用高压输电后，输电线上的电流强度变为

$$I' = \frac{P}{U'} = \frac{20 \times 10^3}{5000} \text{A} = 4 \text{A}$$
 ③

用户端在变压器降压前获得的电压

$$U_1 = U - I'R = (5000 - 4 \times 6) \text{V} = 4976 \text{V}$$
 ④

根据  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

用户得到的电压为

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{1}{22} \times 4976 \text{V} = 226.18 \text{V}$$
 ⑤

21. (12分)

解：(1) 从图中可以看出，在  $t=2\text{s}$  内运动员做匀加速运动，其加速度大小为

$$a = \frac{v_t}{t} = \frac{16}{2} \text{m/s}^2 = 8 \text{m/s}^2$$

设此过程中运动员受到的阻力大小为  $f$ ，根据牛顿第二定律，有  $mg - f = ma$

得  $f = m(g - a) = 80 \times (10 - 8) \text{N} = 160 \text{N}$

(2) 从图中估算得出运动员在  $14\text{s}$  内下落了

$$39.5 \times 2 \times 2 \text{m} = 158 \text{m}$$

根据动能定理，有  $mgh - W_f = \frac{1}{2}mv^2$

所以有  $W_f = mgh - \frac{1}{2}mv^2 = (80 \times 10 \times 158 - \frac{1}{2} \times 80 \times 6^2) \text{J} \approx 1.25 \times 10^5 \text{J}$

(3)  $14\text{s}$  后运动员做匀速运动的时间为

$$t' = \frac{H - h}{v_t} = \frac{500 - 158}{6} \text{s} = 57 \text{s}$$

运动员从飞机上跳下到着地需要的总时间

$$t_{\text{总}} = t + t' = (14 + 57) \text{s} = 71 \text{s}$$

22. (12分)

解：(1) 从图中可以看出两列波的波长分别为  $\lambda_a = 2.5\text{m}$ ， $\lambda_b = 4.0\text{m}$ ，因此它们的周期分别为

$$T_a = \frac{\lambda_a}{v} = \frac{2.5}{2.5} \text{s} = 1 \text{s} \quad T_b = \frac{\lambda_b}{v} = \frac{4.0}{2.5} \text{s} = 1.6 \text{s}$$

(2) 两列波的最小公倍数为  $S = 20\text{m}$

在  $t=0$  时，两列波的波峰重合处的所有位置为

$$x = (2.5 \pm 20k) \text{m}, k=0, 1, 2, 3, \dots$$

(3) 该同学的分析不正确。

要找两列波的波谷与波谷重合处，必须从波峰重合处出发，找到这两列波半波长的奇数倍恰好相等的位置。设距离  $x=2.5\text{m}$  为  $L$  处两列波的波谷与波谷相遇，并设

$$L = (2m-1) \frac{\lambda_a}{2} \quad L = (2n-1) \frac{\lambda_b}{2}, \text{ 式中 } m、n \text{ 均为正整数}$$

只要找到相应的  $m、n$  即可

将  $\lambda_a=2.5\text{m}$ ,  $\lambda_b=4.0\text{m}$  代入并整理, 得

$$\frac{2m-1}{2n-1} = \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{4.0}{2.5} = \frac{8}{5}$$

由于上式中  $m、n$  在整数范围内无解, 所以不存在波谷与波谷重合处。

23. (12分)

解: (1) 设电子的质量为  $m$ , 电量为  $e$ , 电子在电场 I 中做匀加速直线运动, 出区域 I 时的速度为  $v_0$ , 此后进入电场 II 做类平抛运动, 假设电子从  $CD$  边射出, 出射点纵坐标为  $y$ , 有

$$eEL = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\left(\frac{L}{2} - y\right) = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{L}{v_0}\right)^2$$

解得  $y = \frac{1}{4}L$ , 所以原假设成立, 即电子离开  $ABCD$  区域的位置坐标为  $(-2L, \frac{1}{4}L)$

(2) 设释放点在电场区域 I 中, 其坐标为  $(x, y)$ , 在电场 I 中电子被加速到  $v_1$ , 然后进入电场 II 做类平抛运动, 并从  $D$  点离开, 有

$$eEx = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{L}{v_1}\right)^2$$

解得  $xy = \frac{L^2}{4}$ , 即在电场 I 区域内满足该方程的点即为所求位置。

(3) 设电子从  $(x, y)$  点释放, 在电场 I 中加速到  $v_2$ , 进入电场 II 后做类平抛运动, 在高度为  $y'$  处离开电场 II 时的情景与 (2) 中类似, 然后电子做匀速直线运动, 经过  $D$  点, 则有

$$eEx = \frac{1}{2}mv_2^2, \quad y - y' = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{L}{v_2}\right)^2$$

$$v_y = at = \frac{eEL}{mv_2}, \quad y' = v_y \frac{L}{nv_2}$$

解得  $xy = L^2 \left(\frac{1}{2n} + \frac{1}{4}\right)$ , 即在电场 I 区域内满足该方程的点即为所求位置

24. (14分)

解 (1) 以导体棒为研究对象, 棒在磁场 I 中切割磁感线, 棒中产生感应电动势, 导体棒  $ab$  从  $A$  下落  $r/2$  时, 导体棒在重力与安培力作用下做加速运动, 由牛顿第二定律, 得

$$mg - BIL = ma, \text{ 式中 } l = \sqrt{3}r$$

$$I = \frac{Blv_1}{R_{\text{总}}}$$

$$\text{式中 } R_{\text{总}} = \frac{8R \times (4R + 4R)}{8R + (4R + 4R)} = 4R$$

$$\text{由以上各式可得到 } a = g - \frac{3B^2 r^2 v_1}{4mR}$$

(2) 当导体棒  $ab$  通过磁场 II 时, 若安培力恰好等于重力, 棒中电流大小始终不变, 即

$$mg = BI \times 2r = B \times \frac{B \times 2r \times v_t}{R_{\text{并}}} \times 2r = \frac{4B^2 r^2 v_t}{R_{\text{并}}}$$

$$\text{式中 } R_{\text{并}} = \frac{12R \times 4R}{12R + 4R} = 3R$$

$$\text{解得 } v_t = \frac{mgR_{\text{并}}}{4B^2 r^2} = \frac{3mgR}{4B^2 r^2}$$

导体棒从  $MN$  到  $CD$  做加速度为  $g$  的匀加速直线运动, 有

$$v_t^2 - v_2^2 = 2gh$$

$$\text{得 } h = \frac{9m^2 g R^2}{32B^4 r^4} - \frac{v_2^2}{2g}$$

此时导体棒重力的功率为

$$P_G = mgv_t = \frac{3m^2 g^2 R}{4B^2 r^2}$$

根据能量守恒定律, 此时导体棒重力的功率全部转化为电路中的电功率, 即

$$P_{\text{电}} = P_1 + P_2 = P_G = \frac{3m^2 g^2 R}{4B^2 r^2}$$

$$\text{所以, } P_2 = \frac{3}{4}P_G = \frac{9m^2 g^2 R}{16B^2 r^2}$$

(3) 设导体棒  $ab$  进入磁场 II 后经过时间  $t$  的速度大小为  $v'_t$ , 此时安培力大小为

$$F' = \frac{4B^2 r^2 v'_t}{3R}$$

由于导体棒  $ab$  做匀加速直线运动, 有  $v'_t = v_3 + at$

根据牛顿第二定律, 有

$$F + mg - F' = ma$$

即 
$$F + mg - \frac{4B^2 r^2 (v_3 + at)}{3R} = ma$$

由以上各式解得

$$F = \frac{4B^2 r^2}{3R} (at + v_3) - m(g - a) = \frac{4B^2 r^2 a}{3R} t + \frac{4B^2 r^2 v_3}{3R} + ma - mg$$

# 2008 年全国普通高等学校招生统一考试

## 上海物理试卷答案要点

一. 填空题 (共 20 分)

1A. 【答案】:  $\frac{2\pi R}{T}$ ,  $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$

【解析】: 该行星的线速度  $v = \frac{2\pi R}{T}$ ; 由万有引力定律  $G\frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$ , 解得太阳的质量  $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$ 。

2A. 【答案】: 增大,  $-2.5 \times 10^{-8}$

【解析】: 将电荷从从电场中的  $A$  点移到  $B$  点, 电场力做负功, 其电势能增加; 由电势差公式  $U_{AB} = \frac{W}{q}$ ,  $W = qU_{AB} = -5 \times 10^{-9} \times (15 - 10) = -2.5 \times 10^{-8} \text{ J}$ 。

3A. 大,  $6.9 \times 10^6$

【解析】: 卢瑟福在  $\alpha$  粒子散射实验中发现了大多数  $\alpha$  粒子没有大的偏转, 少数发生了较大的偏转, 卢瑟福抓住了这个现象进行分析, 提出了原子的核式结构模型  $1 \text{ MeV} = 1 \times 10^6 \times$

$$1.6 \times 10^{-19} = \frac{1}{2}mv^2, \text{ 解得 } v = 6.9 \times 10^6 \text{ m/s}。$$

1B. 【答案】:  $\frac{V}{S}$ ,  $\frac{M}{N_A}$

【解析】: 单分子油膜可视为横截面积为  $S$ , 高度为分子直径  $D$  的长方体, 则体积  $V = SD$ ,

$$\text{故分子直径约为 } D = \frac{V}{S}; \text{ 取 1 摩尔油, 含有 } N_A \text{ 个油分子, 则一个油分子的质量为 } m = \frac{M}{N_A}。$$

2B. 【答案】:  $\gamma$ ,  $2^{T_2} : 2^{T_1}$

【解析】: 放射性元素的原子核在  $\alpha$  衰变或  $\beta$  衰变生成新原子核时, 往往以  $\gamma$  光子的形式释放能量, 即伴随  $\gamma$  辐射; 根据半衰期的定义, 经过  $t = T_1 \cdot T_2$  时间后剩下的放射性元素的质量相同, 则  $\frac{m_A}{2^{T_2}} = \frac{m_B}{2^{T_1}}$ , 故  $m_A : m_B = 2^{T_2} : 2^{T_1}$

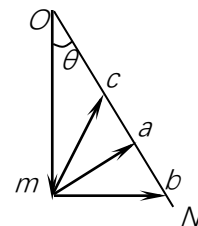
3B. 【答案】:  $380\sqrt{2}$ , 75%

【解析】: 输入电压  $380 \text{ V}$  为有效值, 则最大值为  $380\sqrt{2} \text{ V}$ ; 电动机对集装箱做功的功率  $P = mgv = 5.7 \times 10^3 \times 10 \times 0.1 \text{ W} = 5.7 \times 10^3 \text{ W}$ , 电动机消耗电功率  $P_{\text{总}} = 380 \times 20 \text{ W} = 7.6 \times 10^3 \text{ W}$ , 故电

$$\text{电动机的工作效率为 } \eta = \frac{P}{P_{\text{总}}} = 75\%$$

4. 【答案】:  $mg\sin\theta$ , 增大、减小都有可能

【解析】: 该质点受到重力和外力  $F$  从静止开始做直线运动, 说明质点做匀加速直线运动, 如图中显示当  $F$  力的方向为  $a$  方向 (垂直于  $OM$ ) 时,  $F$  力最小为  $mg\sin\theta$ ; 若  $F = mg\tan\theta$ , 即  $F$  力可能为  $b$  方向或  $c$  方向, 故  $F$  力的方向可能与运动方向相同, 也可能与运动方向相反, 除重力外的  $F$  力对质点做正功, 也可能做负功, 故质点机械能增加、减少都有可能。



5. 【答案】: 2.04, 1.5

【解析】: 依题意, 第一列数据为时间的平方  $t^2$ , 从数据分析可知第一列数据与第三列数据之比约为 1:32 (取平均值后比值为 1:32.75), 即斜面长度与时间的平方成正比, 根据当时数据与现在的数据换算关系和匀变速运动公式, 可得角度约为  $1.5^\circ$ 。

## 二、选择题 (共 40 分)

6. C 【解析】: 由核反应方程的质量数和电荷数守恒, 可得各个选项中的  $x$  分别为正电子、 $\alpha$  粒子、质子、中子。

7. D 【解析】: 设木板  $AO$  段重力  $G_1$ , 重心离  $O$  点  $L_1$ , 木板  $BO$  段重力  $G_2$ , 重心离  $O$  点  $L_2$ ,  $AO$  长度  $l$ , 由力矩平衡条件:  $G_1L_1 + 2Gl = G_2L_2 + 3Gl$ , 当两边各挂一个钩码后, 等式依然成立:  $G_1L_1 + 3Gl = G_2L_2 + 4Gl$ , 即只要两边所增加挂钩码个数相同, 依然能平衡。

8. B 【解析】: 由机械能守恒定律:  $E_p = E - E_k$ , 故势能与动能的图像为倾斜的直线, C

错; 由动能定理:  $E_k = mgh = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mg^2t^2$ , 则  $E_p = E - mgh$ , 故势能与  $h$  的图像也为倾斜

的直线, D 错; 且  $E_p = E - \frac{1}{2}mv^2$ , 故势能与速度的图像为开口向下的抛物线, B 对; 同理

$E_p = E - \frac{1}{2}mg^2t^2$ , 势能与时间的图像也为开口向下的抛物线, A 错。

9. B 【解析】: 由  $PVT$  为恒量, 由图像与坐标轴围成的面积表达  $PV$  乘积, 从实线与虚线等温线比较可得出, 该面积先减小后增大, 说明温度  $T$  先减小后增大, 内能先将小后增大。

10. A 【解析】: 在  $x=R$  左侧, 设导体棒与圆的交点和圆心的连线与  $x$  轴正方向成  $\theta$  角, 则导体棒切割有效长度  $L = 2R\sin\theta$ , 电动势与有效长度成正比, 故在  $x=R$  左侧, 电动势与  $x$  的关系为正弦图像关系, 由对称性可知在  $x=R$  右侧与左侧的图像对称。

11. AB 【解析】：初速度  $30\text{m/s}$ ，只需要  $3\text{s}$  即可上升到最高点，位移为  $h_1=30^2/20\text{m}=45\text{m}$ ，再自由落体  $2\text{s}$  时间，下降高度为  $h_2=0.5\times 10\times 2^2\text{m}=20\text{m}$ ，故路程为  $65\text{m}$ ，A 对；此时离地面高  $25\text{m}$ ，位移方向竖直向上，B 对；此时速度为  $v=10\times 2\text{m/s}=20\text{m/s}$ ，速度该变量为  $50\text{m/s}$ ，C 错；平均速度为  $25\text{m}/5\text{s}=5\text{m/s}$ ，D 错。
12. BD 【解析】：白光作杨氏双缝干涉实验，屏上将呈现彩色条纹，A 错；用红光作光源，屏上将呈现红色两条纹与暗条纹（即黑条纹）相间，B 对；红光和紫光频率不同，不能产生干涉条纹，C 错；紫光作光源，遮住一条狭缝，屏上出现单缝衍射条纹，即间距不等的条纹，D 对。
13. ACD 【解析】：封闭气体的压强等于大气压与水银柱产生压强之差，故左管内外水银面高度差也为  $h$ ，A 对；弯管上下移动，封闭气体温度和压强不变，体积不变，B 错 C 对；环境温度升高，封闭气体体积增大，则右管内的水银柱沿管壁上升，D 对。
14. BCD 【解析】：设  $F$  与  $F'$  绕  $O$  点对称，在  $F$  与  $F'$  处之间，小球始终受到指向  $O$  点的回复力作用下做往复运动，若小球  $P$  带电量缓慢减小，则此后小球能运动到  $F'$  点下方，即振幅会加大，A 错；每次经过  $O$  点因电场力做功减少而速度不断减小，B 对；若点电荷  $M$ 、 $N$  电荷量缓慢增大，则中垂线  $CD$  上的场强相对增大，振幅减小，加速度相对原来每个位置增大，故一个周期的时间必定减小，C、D 正确。

### 三、实验题（共 30 分）

15. 【答案】：正，大于

【解析】：毛皮摩擦过的橡胶棒带负电，因锌板被紫外线照射后发生光电效应缺少电子而带正电，故验电器指针的负电荷与锌板正电荷中和一部分电荷后偏角变小，用红外线照射验电器指针偏角不变，说明锌板未发生光电效应，说明锌板的极限频率大于红外线的频率。

16. 【答案】：D

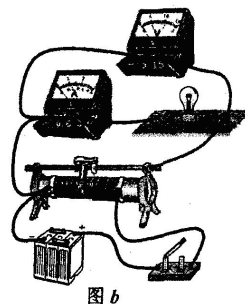
【解析】：金属丝圈的转动，改变不了肥皂液膜的上薄下厚的形状，由干涉原理可知干涉条纹与金属丝圈在该竖直平面内的转动无关，仍然是水平的干涉条纹，D 对。

17. 【答案】：(1) 偏小 (2)  $T'$  (或  $t$ 、 $n$ )、 $\theta$ 、 $T$

【解析】：单摆摆长为摆线长度与小球半径之和，因该同学将偏小的摆长代入公式计算，所得重力加速度的测量值偏小于实际值；为验证该关系式，需要测量单摆在任意摆角  $\theta$  时的周期  $T$ ，根据公式与图像的函数关系式可推导得到摆角  $\theta=0$  时横轴的截距为  $T_0$ 。

18. 【答案】：(1) 如图 b

(2) 由于  $R_{L2}$  比  $R_{L1}$  小得多，灯泡  $L_2$  分得的电压很小，虽然有电流流过，但功率很小，不能发光。



第18页 | 共23页

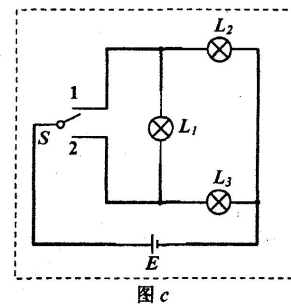


图 c

(3) 如图 c

【解析】：由于灯泡  $L_2$  和  $L_1$  额定电压相同，灯泡  $L_2$  功率大得多，故  $R_{L2}$  比  $R_{L1}$  小得多，灯泡  $L_2$  分得的电压很小，虽然有电流流过，但功率很小，不能发光。

19. 【答案】：(1)  $\frac{d_m}{2ND_\phi S}$ ,  $\frac{d_m}{D_\phi \Delta t}$

(2) 0.00125/ (或  $k$ )

(3) A, B

【解析】：(1) 改变电流方向，磁通量变化量为原来磁通量的两倍，即  $2BS$ ，代入公式计算

得  $B = \frac{d_m}{2ND_\phi S}$ ，由法拉第电磁感应定律可知电动势的平均值  $\varepsilon = \frac{d_m}{D_\phi \Delta t}$ 。

(2) 根据数据可得  $B$  与  $I$  成正比，比例常数约为 0.00125，故  $B = kI$  (或 0.00125)

(3) 为了得到平均电动势的准确值，时间要尽量小，由  $B$  的计算值可看出与  $N$  和  $S$  相关联，故选择 A、B。

#### 四、计算题 (共 60 分)

20 A . (10 分)

解：由于轮胎容积不变，轮胎内气体做等容变化。

设在  $T_0 = 293\text{K}$  充气后的最小胎压为  $P_{\min}$ ，最大胎压为  $P_{\max}$ 。依题意，当  $T_1 = 233\text{K}$  时胎压为  $P_1 = 1.6\text{atm}$ 。根据查理定律

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_{\min}}{T_0}, \text{ 即 } \frac{1.6}{233} = \frac{P_{\min}}{293}$$

解得：  $P_{\min} = 2.01\text{atm}$

当  $T_2 = 363\text{K}$  是胎压为  $P_2 = 3.5\text{atm}$ 。根据查理定律

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_{\max}}{T_0}, \text{ 即 } \frac{3.5}{363} = \frac{P_{\max}}{293}$$

解得：  $P_{\max} = 2.83\text{atm}$

20B . (10 分)

解：(1) 输电线上的电流强度为  $I = \frac{P}{U} = \frac{20 \times 10^3}{380} \text{A} = 52.63\text{A}$

输电线路损耗的功率为

$$P_{\text{损}} = I^2 R = 52.63^2 \times 6\text{W} \approx 16620\text{W} = 16.62\text{kW}$$

(2) 改用高压输电后，输电线上的电流强度变为  $I' = \frac{P}{U'} = \frac{20 \times 10^3}{5000} \text{A} = 4\text{A}$

用户端在变压器降压前获得的电压  $U_1 = U - I'R = (5000 - 4 \times 6) \text{V} = 4976\text{V}$

根据  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

用户得到的电压为  $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1 = \frac{1}{22} \times 4976\text{V} = 226.18\text{V}$

21 . (12 分)

解：(1) 从图中可以看邮，在  $t = 2\text{s}$  内运动员做匀加速运动，其加速度大小为

$$a = \frac{v_t}{t} = \frac{16}{2} \text{ m/s}^2 = 8 \text{ m/s}^2$$

设此过程中运动员受到的阻力大小为  $f$ ，根据牛顿第二定律，有  $mg - f = ma$

得  $f = m(g - a) = 80 \times (10 - 8) \text{ N} = 160 \text{ N}$

(2) 从图中估算得出运动员在 14s 内下落了

$$39.5 \times 2 \times 2 \text{ m} = 158$$

根据动能定理，有  $mgh - W_f = \frac{1}{2}mv^2$

所以有  $W_f = mgh - \frac{1}{2}mv^2 = (80 \times 10 \times 158 - \frac{1}{2} \times 80 \times 6^2) \text{ J} \approx 1.25 \times 10^5 \text{ J}$

(3) 14s 后运动员做匀速运动的时间为

$$t' = \frac{H - h}{v} = \frac{500 - 158}{6} \text{ s} = 57 \text{ s}$$

运动员从飞机上跳下到着地需要的总时间

$$t_{\text{总}} = t + t' = (14 + 57) \text{ s} = 71 \text{ s}$$

22 . (12 分)

解：(1) 从图中可以看出两列波的波长分别为  $\lambda_a = 2.5\text{m}$ ， $\lambda_b = 4.0\text{m}$ ，因此它们的周期分别为

$$T_a = \frac{\lambda_a}{v} = \frac{2.5}{2.5} \text{ s} = 1 \text{ s} \quad T_b = \frac{\lambda_b}{v} = \frac{4.0}{2.5} \text{ s} = 1.6 \text{ s}$$

(2) 两列波的最小公倍数为  $S = 20\text{m}$

$t = 0$  时，两列波的波峰生命处的所有位置为

$$x = (2.5 \pm 20k) \text{ m}, k = 0, 1, 2, 3, \dots$$

(3) 该同学的分析不正确。

要找两列波的波谷与波谷重合处，必须从波峰重合处出发，找到这两列波半波长的厅数倍恰好相等的位置。设距离  $x = 2.5\text{m}$  为  $L$  处两列波的波谷与波谷相遇，并设

$$L = (2m - 1) \frac{\lambda_a}{2} \quad L = (2n - 1) \lambda_b, \text{ 式中 } m, n \text{ 均为正整数}$$

只要找到相应的  $m, n$  即可

将  $\lambda_a = 2.5\text{m}$ ， $\lambda_b = 4.0\text{m}$  代入并整理，得

$$\frac{2m - 1}{2n - 1} = \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{4.0}{2.5} = \frac{8}{5}$$

由于上式中  $m, n$  在整数范围内无解，所以不存在波谷与波谷重合处。

23 . (12 分)

解：(1) 设电子的质量为  $m$ ，电量为  $e$ ，电子在电场 I 中做匀加速直线运动，出区域 I 时的为  $v_0$ ，此后电场 II 做类平抛运动，假设电子从  $CD$  边射出，出射点纵坐标为  $y$ ，有

$$eEL = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$\left(\frac{L}{2} - y\right) = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{L}{v_0}\right)^2$$

解得  $y = \frac{1}{4}L$ ，所以原假设成立，即电子离开  $ABCD$  区域的位置坐标为  $(-2L, \frac{1}{4}L)$

(2) 设释放点在电场区域 I 中，其坐标为  $(x, y)$ ，在电场 I 中电子被加速到  $v_1$ ，然后进入电场 II 做类平抛运动，并从  $D$  点离开，有

$$eEx = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{L}{v_1}\right)^2$$

解得  $xy = \frac{L^2}{4}$ ，即在电场 I 区域内满足议程的点即为所求位置。

(3) 设电子从  $(x, y)$  点释放，在电场 I 中加速到  $v_2$ ，进入电场 II 后做类平抛运动，在高度为  $y'$  处离开电场 II 时的情景与 (2) 中类似，然后电子做匀速直线运动，经过  $D$  点，则有

$$eEx = \frac{1}{2}mv_2^2 \quad y - y' = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{L}{v_2}\right)^2$$

$$v_y = at = \frac{eEL}{mv_2}, \quad y' = v_y \frac{L}{v_2}$$

解得  $xy = L^2 \left(\frac{1}{2n} + \frac{1}{4}\right)$ ，即在电场 I 区域内满足议程的点即为所求位置

24. (14分)

解：(1) 以导体棒为研究对象，棒在磁场 I 中切割磁感线，棒中产生感应电动势，导体棒  $ab$  从  $A$  下落  $r/2$  时，导体棒在策略与安培力作用下做加速运动，由牛顿第二定律，得

$$mg - BIL = ma, \quad \text{式中 } l = \sqrt{3}r$$

$$I = \frac{Blv_1}{R_{\text{总}}} \quad \text{式中} \quad R_{\text{总}} = \frac{8R \times (4R + 4R)}{8R + (4R + 4R)} = 4R$$

$$\text{由以上各式可得到 } a = g - \frac{3B^2 r^2 v_1}{4mR}$$

(2) 当导体棒  $ab$  通过磁场 II 时，若安培力恰好等于重力，棒中电流大小始终不变，即

$$mg = BI \times 2r = B \times \frac{B \times 2r \times v_t}{R_{\text{并}}} \times 2r = \frac{4B^2 r^2 v_t}{R_{\text{并}}} \quad \text{式中} \quad R_{\text{并}} = \frac{12R \times 4R}{12R + 4R} = 3R$$

$$\text{解得} \quad v_t = \frac{mgR_{\text{并}}}{4B^2 r^2} = \frac{3mgR}{4B^2 r^2}$$

导体棒从  $MN$  到  $CD$  做加速度为  $g$  的匀加速直线运动，有  $v_t^2 - v_2^2 = 2gh$

$$\text{得 } h = \frac{9m^2gr^2}{32B^4r^4} - \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\text{此时导体棒重力的功率为 } P_G = mgv_t = \frac{3m^2g^2R}{4B^2r^2}$$

根据能量守恒定律，此时导体棒重力的功率全部转化为电路中的电功率，即

$$P_{\text{电}} = P_1 + P_2 = P_G = \frac{3m^2g^2R}{4B^2r^2}$$

$$\text{所以, } P_2 = \frac{3}{4}P_G = \frac{9m^2g^2R}{16B^2r^2}$$

(3) 设导体棒  $ab$  进入磁场 II 后经过时间  $t$  的速度大小为  $v_t'$ ，此时安培力大小为

$$F' = \frac{4B^2r^2v_t'}{3R}$$

由于导体棒  $ab$  做匀加速直线运动，有  $v_t' = v_3 + at$

根据牛顿第二定律，有  $F + mg - F' = ma$

$$\text{即 } F + mg - \frac{4B^2r^2(v_3 + at)}{3R} = ma$$

由以上各式解得

$$F = \frac{4B^2r^2}{3R}(at + v_3) - m(g - a) = \frac{4B^2r^2a}{3R}t + \frac{4B^2r^2v_3}{3R} + ma - mg$$