

2022 学年第一学期杭州市高三年级教学质量检测

物理试题卷

考生须知：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分，共 10 页，满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 答题时，请按照答题卡上“注意事项”的要求，在答题卡相应的位置上规范作答，在试题卷上的作答一律无效。
3. 非选择题的答案须用黑色字迹的签字笔或钢笔写在答题纸上相应区域内，作图时可先使用 2B 铅笔，确定后须用黑色字迹的签字笔或钢笔描黑。
4. 可能用到的相关公式或参数：重力加速度 g 均取 10m/s^2 。

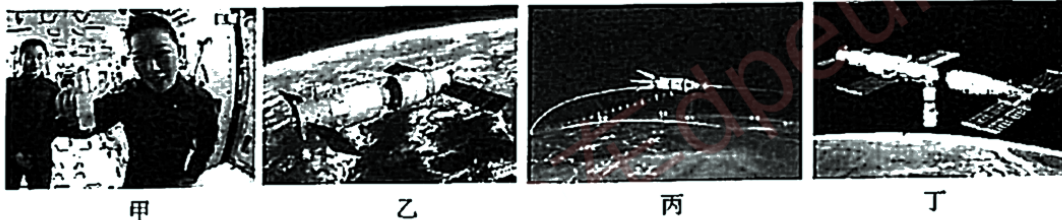
选择题部分

一、选择题 I (本题共 13 小题，每小题 3 分，共 39 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，不选、多选、错选均不得分)

1. 下列单位是电场强度单位的是

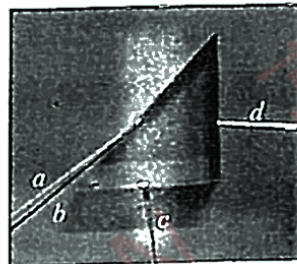
- A. $\text{N} \cdot \text{C}$ B. $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{C}$ C. $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$ D. $\text{J} \cdot \text{C}^{-1}$

2. 下列关于航天领域的说法正确的是



第 2 题图

- A. 图甲，观察王亚平在“天宫课堂”做实验时，可将她看成质点
 B. 图乙，“天舟四号”飞船与空间站自主对接时，可将飞船视为质点
 C. 图丙，“神舟十四号”飞船发射后，在研究飞船与火箭分离过程时，飞船可以看成质点
 D. 图丁，“问天”实验舱与空间站对接组合后，研究组合体轨迹时，组合体可视为质点
3. 如图，小明同学用一束复色激光入射直角棱镜，做了光的折射实验，实验现象如图所示。则 微信公众号《愚公文化服务平台》



第 3 题图

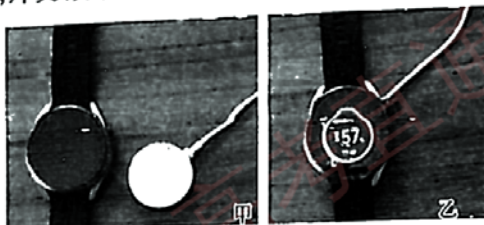
- A. d 光不可能是入射激光
 B. c 光可视为复色激光
 C. 在玻璃中， b 光的传播速度比 a 光的大
 D. a 光光子的动量比 b 光光子的大

高三物试·第 1 页(共 10 页)

4. 下列说法正确的是

- A. 布朗运动就是液体分子的无规则热运动
- B. 气体与液体分子可以自由移动而固体分子不会发生运动
- C. 热力学温度升高 1K 和摄氏温度升高 1°C 对应的温度变化量相同
- D. 水蒸气凝结成小水珠过程中, 水分子间的引力增大, 斥力减小

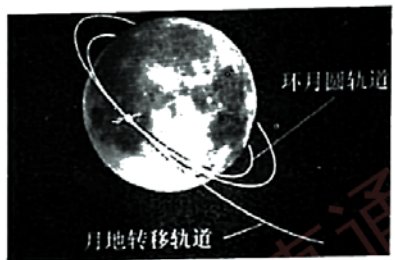
5. 智能手表通常采用无线充电方式。如图甲所示, 充电基座与 220V 交流电源相连, 智能手表放置在充电基座旁时未充电, 将手表压在基座上, 无需导线连接, 手表便可以充电(如图乙所示)。已知充电基座与手表都内置了线圈, 则



第 5 题图

- A. 手机和基座无导线连接, 所以传输能量时没有损失
- B. 用塑料薄膜将充电基座包裹起来, 之后仍能为手表充电
- C. 无线充电的原理是利用基座内的线圈发射电磁波传输能量
- D. 充电时, 基座线圈的磁场对手表线圈中的电子施加力的作用, 驱使电子运动

6. 2020 年 12 月 6 日, 嫦娥五号返回器与上升器分离, 进入环月圆轨道等待阶段, 准备择机返回地球。之后返回窗口打开后, 返回器逐渐抬升离月高度, 进入月地转移轨道(如图), 于 12 月 17 日, 嫦娥五号返回器携带月球样品着陆地球。下列说法正确的是



第 6 题图

- A. 嫦娥五号返回器在环月圆轨道运行时, 还受地球的引力作用
- B. 若嫦娥五号返回器等待阶段的环月圆轨道半径越大, 则环绕速度越大
- C. 嫦娥五号返回器在月地转移轨道上运动时, 月球样品处于超重状态
- D. 嫦娥五号返回器在月地转移轨道上运动时, 与地球距离变小, 机械能变小

7. 如图为某款式双层晾衣篮。完全相同的上、下篮子由两个质地均匀的圆形钢圈穿进网布构成, 两篮通过四根等长的轻绳与钢圈的四等分点相连, 上篮钢圈用另外四根等长轻绳系在挂钩上。晾衣篮的有关尺寸如图所示。不装衣物时, 两篮子保持水平, 则

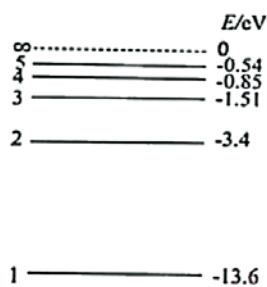


第 7 题图

- A. 挂钩受到的拉力大小是上方某一根轻绳拉力的四倍
- B. 挂钩受到的拉力大小是下方某一根轻绳拉力的四倍
- C. 上方某一根轻绳的拉力大小是下方某一根轻绳的拉力的 2.5 倍
- D. 上方四根轻绳的拉力之和与下方四根轻绳的拉力之和大小相等

高三物试·第 2 页(共 10 页)

8. 在自然界中,一切温度高于绝对零度的物体都在不停地向周围空间辐射红外线。通过对物体辐射红外线强度分布规律的测量,能准确地测定它的表面温度,这是红外测温仪测温原理。如图为氢原子能级示意图,高能级的氢原子能辐射的红外线光子的能量最大值为 1.51eV 。则

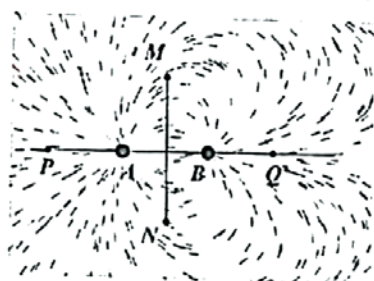


第 8 题图

- A. 大量处于第 3 能级的氢原子能辐射 3 种红外线光子
- B. 大量处于第 5 能级的氢原子能辐射 3 种红外线光子
- C. 要使氢原子辐射出的光子可被红外测温仪捕捉,至少给基态氢原子提供 12.09eV 能量

D. 若大量氢原子辐射红外线光子,则必定不会辐射可见光光子

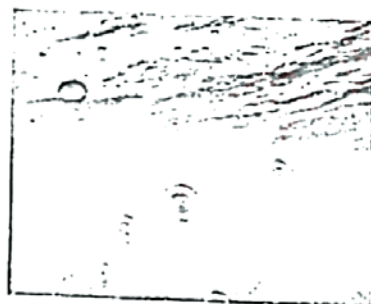
9. 电场线的形状可以用计算机模拟,如图所示,图中 A 、 B 为模拟的两个带电小球,模拟的轻小物体(短线条)随机分布并按照电场的方向排列,已知 M 、 N 为 AB 中垂线上对称的两个点, P 、 Q 分别为 AB 连线上的两个点,且 $PA = QB$,则下列说法正确的是



第 9 题图

- A. 小球 A 的带电量少于小球 B 的带电量
- B. P 点电场强度大于 Q 点电场强度
- C. M 、 N 两点电场强度相同
- D. P 点电势高于 Q 点电势

10. 夏天,从湖底形成的一个气泡,在缓慢上升到湖面的过程中没有破裂。若越接近水面,湖水的温度越高,大气压强没有变化,将气泡内的气体看做理想气体。则上升过程中,以下说法正确的是



第 10 题图

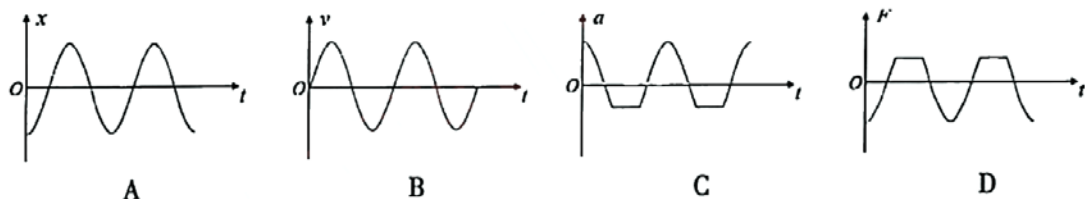
- A. 气泡内气体的内能可能不变
- B. 气泡上升过程中可能会放热
- C. 气泡内气体的压强增大
- D. 气泡内分子单位时间内对气泡壁单位面积的撞击力变小

11. 蹦极是新兴的一项户外休闲活动。如图,蹦极者站在约 40 米高的塔顶,把一端固定在塔顶的长橡皮绳另一端绑住身体,然后两臂伸开,从塔顶自由落下。当人体下落一段距离后,橡皮绳被拉紧,当到达最低点时橡皮绳再次弹起,人被拉起随后又落下,这样反复多次,这就是蹦极的全过程。若空气阻力不计,橡皮绳弹力与伸长量成正比,橡皮绳弹力与人体重力相等位置为坐标原点,竖直向上为正方向,从第一次运动到最低点开始计时,则关于人体运动的位移 x 、速度 v 、加速度 a 、合外力 F 与时间 t 的关系



第 11 题图

图正确的是



12. 充电式电动螺丝刀没有导线牵绊,使用方便。如图甲是某电动螺丝刀,图乙是其铭牌。其充电器输入电压为交流 220V,通过内置变压器将电压降至 5.5V,再经整流电路输出电压为直流 5.0V 给电池充电。充电器传输效率为 90%,蓄电池充电效率为 80%,一次充电充满需 3h 并可连续工作续航约 6h。下列说法不正确的是



电池电动势	3.7V
电池容量	1.5A·h
电池内阻	0.1Ω
最大扭矩	5N·m
充电线缆接口	MICRO USB

乙

第 12 题图

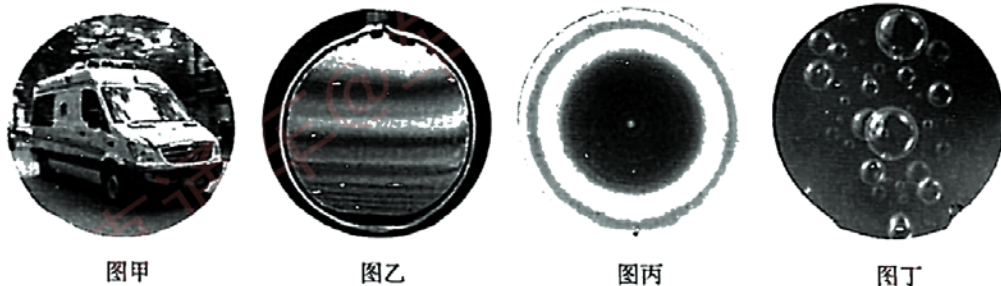
- A. 内置变压器的匝数比约为 40:1
 B. 工作时流过电池的电流约为 0.25A
 C. 充电器的输入电流为 0.5A
 D. 电池充电的有效功率为 1.85W
13. 现代都市高楼林立,高楼出现火情需要一种高架水炮消防车。如图所示,某楼房的 65m 高处出现火情,高架水炮消防车正紧急灭火中。已知水炮炮口与楼房间距为 15m,与地面距离为 60m,水炮的出水量为 $3\text{m}^3/\text{min}$,水柱刚好垂直打入受灾房间窗户。则
- A. 地面对消防车的作用力方向竖直向上
 B. 水炮炮口的水流速度为 10m/s
 C. 水泵对水做功的功率约为 $3.8 \times 10^4\text{W}$
 D. 若水流垂直冲击到窗户玻璃后向四周流散,则冲力约为 1500N



第 13 题图

二、选择题 II (本题共 3 小题,每小题 2 分,共 6 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 2 分,选对但不全的得 1 分,有选错的得 0 分)

14. 关于以下四张图片,下列说法正确的是



第 14 题图

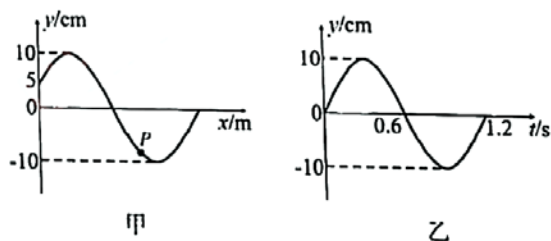
- A. 图甲所示疾驰而过的急救车使人感觉音调变化,是由于多普勒效应引起的
 B. 图乙所示竖直的肥皂膜看起来常常是水平彩色横纹,是由于光的衍射产生的
 C. 图丙所示现象说明光具有干涉的特性
 D. 图丁所示水中的气泡看上去特别明亮,是由于光的全反射引起的
15. 2021 年 5 月 28 日,中科院合肥物质科学研究院的可控核聚变装置全超导托卡马克(EAST)缔造了新的纪录,实现了可重复的 1.2 亿摄氏度 101 秒和 1.6 亿摄氏度 20 秒等离子体运行,向核聚变能源应用迈出重要一步。已知该装置内部发生的核反应方程为: ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$, 已知 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 和 ${}^1_0\text{n}$ 的质量分别为 2.0141u、3.0161u、4.0026u 和 1.0087u, 1u 相当于 931.5MeV, 则下列说法中正确的是



第 15 题图

- A. 该反应属于 α 衰变
 B. 该反应中生成物的总质量小于反应物的总质量
 C. 该反应过程中释放的能量约为 17.6MeV
 D. 该反应中反应物的结合能之和大于生成物的结合能之和

16. 一列简谐横波在 $t = 0.8\text{s}$ 时的波形图如图甲所示, P 是介质中的质点, 图乙是质点 P 的振动图像。已知该波在该介质中的传播速度为 10m/s 则



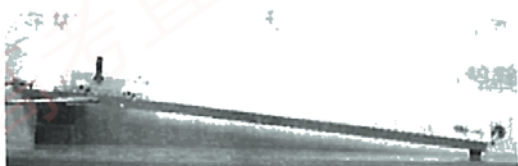
第 16 题图

- A. 该波沿 x 轴负方向传播
 B. 再经过 0.9s , 质点 P 通过的路程为 30cm
 C. $t = 0$ 时刻质点 P 离开平衡位置的位移 $-5\sqrt{3}\text{cm}$
 D. 质点 P 的平衡位置坐标为 $x = 7\text{m}$

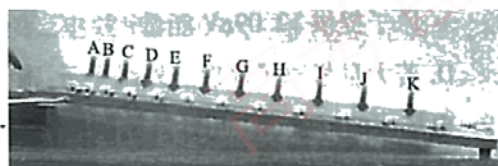
非选择题部分

三、填空题(本题共 2 小题,共 14 分)

17. (7 分)某学习小组在做“探究小车速度随时间变化的规律”实验后,利用数码相机的连拍功能研究小车从斜面上滑下的运动。如图甲所示,将小车从斜轨上由静止释放,将数码相机放在较远处对小车进行连拍,设置每 0.12s 拍一张照片,得到如图乙所示的照片。现测得连拍照片中,位置 A~K 到位置 A 的距离分别如下表所示。



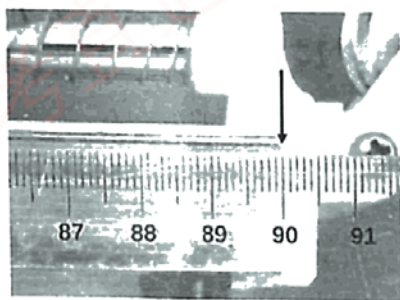
第 17 题图甲



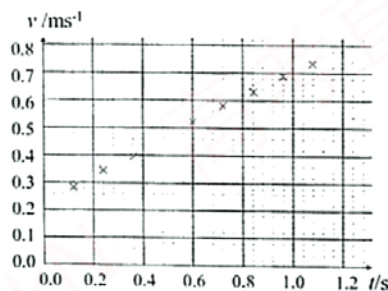
第 17 题图乙

小车在照片中的位置	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
照片中各位置到 A 位置距离 x/cm	0	0.73	1.74	2.85	4.17	5.67	7.37	9.24	11.26	13.48	15.77

- (1) 现测得铝制轨道在照片中的长度为 $L_1 = 23.02\text{cm}$, 实际长度测量如图丙所示(轨道的端点在图中的箭头所示处), 其长度为 $L_2 = \underline{\hspace{1cm}} \text{cm}$;
- (2) 根据以上信息, 可求得小车运动到位置 E 处时的速度大小 $v_E = \underline{\hspace{1cm}} \text{m/s}$ (保留两位有效数字);



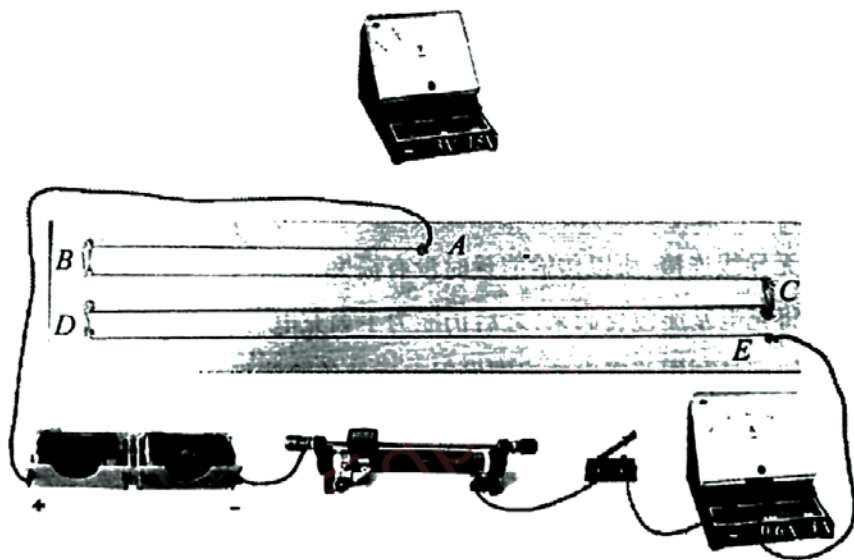
第 17 题图丙



第 17 题图丁

- (3) 现用相同的方法求得其它各个位置的速度大小, 并以位置 A 处为计时起点, 在坐标纸上描绘了部分数据点(如图丁)。请在图中描出位置 E 的速度信息并画出小车速度随时间变化的图像, 根据图像可知小车的加速度大小 $a = \underline{\hspace{1cm}} \text{m/s}^2$ (保留两位有效数字)。
- (4) 完成上述实验之后, 该学习小组利用光电门与数字计时器测量了小车滑过轨道中点的瞬时速度。选用了甲、乙、丙三种宽度分别为 5.00cm、3.00cm、1.00cm 的遮光板, 则利用 (选填“甲”、“乙”或“丙”) 遮光板测得的结果最接近小车的瞬时速度。

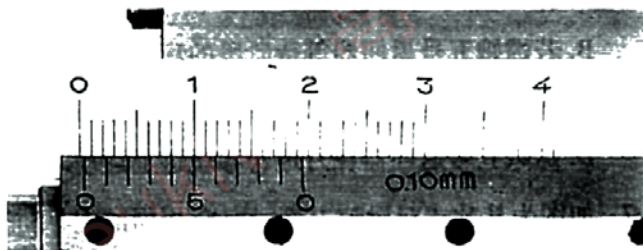
18. (7分)小明同学猜想影响导体电阻的因素可能有导体的长度、横截面积及材料等。为论证自己的猜想并定量研究导体电阻与相关因素的关系,找来如图甲所示仪器。图中电表内阻对电路的影响不计;木板上固定了 AB 、 BC 、 CD 、 DE 四段金属丝, AB 、 BC 、 CD 三段为镍铬合金丝, DE 段为铁丝。 AB 、 BC 段相比,横截面积相同,长度之比 $1:2$; BC 、 CD 段相比,长度相同,横截面积之比 $1:2$; BC 、 DE 段相比,除材料不同,长度、横截面积均相同。



第 18 题图甲

- (1)若要研究导体电阻是否与横截面积有关,须选择 ▲ 和 ▲ (选填 AB 、 BC 、 CD 或 DE) 两段金属丝研究。
 (2)现已完成部分电路连接,若要用电压表测量 BC 段金属丝两端电压,试在图甲中画出曲线代替导线完成电路图连接。

- (3)完成上述实验之后,该同学进一步测量了镍铬合金的电阻率。先用游标卡尺测量 BC 段金属丝的直径 D ,如图乙所示,则直径 $D =$ ▲ mm。

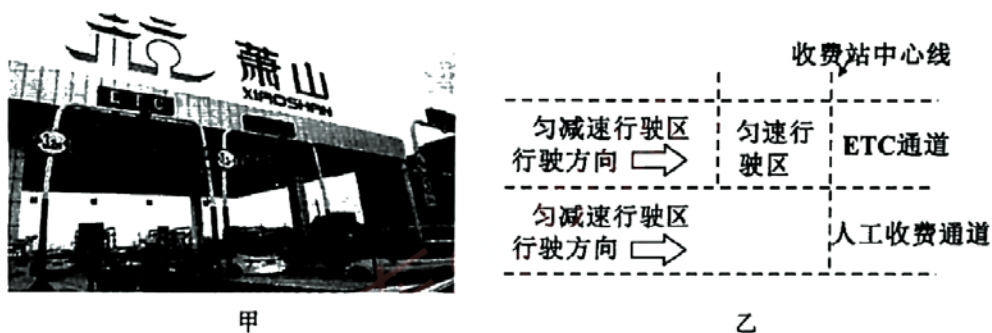


第 18 题图乙

- (4)完成上述步骤之后,将电压表一端接在 B 点,另一端接在 BC 段金属丝的 P 点(图中未画出),测出电压 U ,同时测出 PB 之间的距离 d 。改变 P 点位置多次测量,获得一系列 U 、 d 数据并画出 $U-d$ 图像,测算出图像的斜率为 k 。为测出镍铬合金的电阻率,你觉得还要测量的物理量是 ▲,计算电阻率的表达式为 ▲ (选用题中涉及的物理量和加测的物理量表示)。

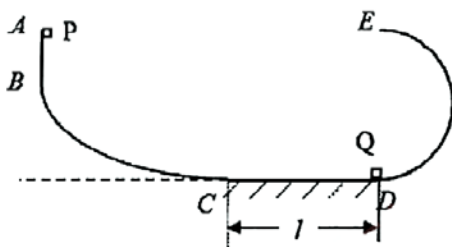
四、计算题(本题共4小题,共41分)

19. (9分)如图甲,目前高速公路收费处,有ETC通道和人工通道。在ETC收费通道,车主只要在车辆前挡风玻璃上安装感应卡并预存费用,通过收费站时便不用人工缴费,也无须停车,高速通行费将从卡中自动扣除,即能够实现自动收费。如图乙,假设一辆汽车以正常行驶速 $v_1 = 16\text{m/s}$ 朝收费站沿直线行驶,如果过ETC通道,需要在距收费站中心线前匀减速至 $v_2 = 4\text{m/s}$,然后以该速度匀速行驶一段距离到达中心线后,再匀加速至 v_1 正常行驶;如果过人工收费通道,汽车以 v_1 开始减速,需要恰好在中心线处匀减速至零,经过 20s 缴费后,再匀加速至 v_1 正常行驶。设汽车在匀减速和匀加速过程中的加速度大小均为 2m/s^2 ,求:



第19题图

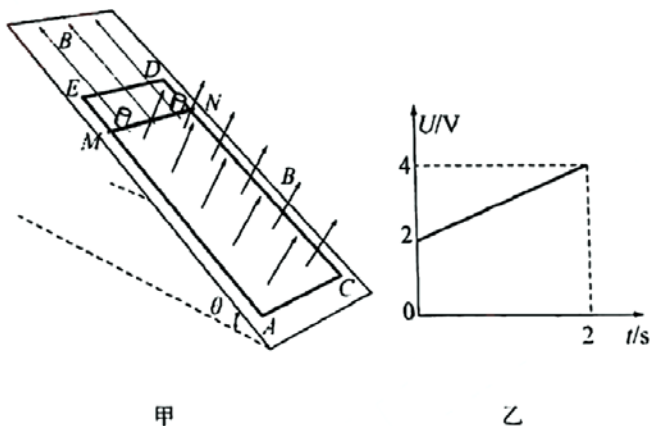
- (1) 汽车过人工收费通道,从减速开始,到收费后加速至 v_1 ,总共通过的路程和所需时间是多少?
- (2) 若汽车通过ETC通道比人工收费通道节约时间 $t_0 = 21\text{s}$,求汽车在ETC通道匀速行驶的距离。
20. (12分)如图所示,光滑曲线轨道 BC 分别与竖直轨道 AB 、粗糙水平地面 CD 平滑连接, CD 右端与光滑半圆轨道 DE 平滑连接,半圆轨道直径为 $2R$ 。 CD 长为 $l = 2R$,竖直轨道的最高点 A 与地面高度差 $h = 2R$ 。质量为 m 的小滑块 P 从 A 点静止释放,之后在 D 点与静止放置在该处的小滑块 Q 发生碰撞,碰撞过程机械能损失不计。已知小滑块 Q 的质量也为 m ,物体 Q 被撞后的瞬间对轨道的压力突然增大了 $2mg$ 。已知重力加速度为 g 。



第20题图

- (1) 求水平轨道的动摩擦因数 μ ;
- (2) 如果小滑块 P 的质量变为 $k \cdot m$ (k 为正数), 如果要求小滑块 Q 在半圆轨道 DE 段运动过程中没有脱离圆弧 (设碰撞后 P 立即拿走, 不发生两次碰撞), 求 k 的取值范围;
- (3) 在第(2)问中, 发现小滑块 Q 经过 E 点落到曲线轨道 BC 上任意一点的动能均与 **落到** C 点的动能相同, 以 D 点为坐标原点, 向右为 x 轴、向上为 y 轴建立坐标系, 求曲线轨道 BC 在坐标系中的方程 (写成 $y=f(x)$ 的形式)。

21. (10 分) 如图甲所示, 在倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的光滑斜面上, 有一质量为 $m = 1\text{kg}$ 矩形金属导体框 ACDE, 其中 AC、DE 长为 $L = 2\text{m}$, 电阻均为 $R = 0.5\Omega$; AE、CD 足够长且电阻不计, AC 与斜面底边平行。另外有一导体棒 MN 质量为 $M = \frac{10\sqrt{3}}{15}\text{kg}$, 长为 $L = 2\text{m}$, 电阻也为 $R = 0.5\Omega$, 平行于 AC 放置在导体框上, 其上方有两个垂直斜面的立柱阻挡, 导体棒 MN 与导体框间的动摩擦因数 $\mu = 0.1$, 在 MN 下方存在垂直斜面向上、磁感应强度 $B = 1\text{T}$ 的匀强磁场, MN 上方 (含 MN 处) 存在沿斜面向上、大小也为 $B = 1\text{T}$ 的匀强磁场。 $t = 0$ 时刻在 DE 边给导体框施加一个沿斜面向上的拉力 F , 导体框在向上运动过程中, 测得导体棒 MN 两端电压随时间变化关系如图乙所示, 经过 2s 后撤去拉力, 此过程中拉力做功 $W = 294.6\text{J}$ 导体棒 MN 始终与导体框垂直且紧靠立柱。求:



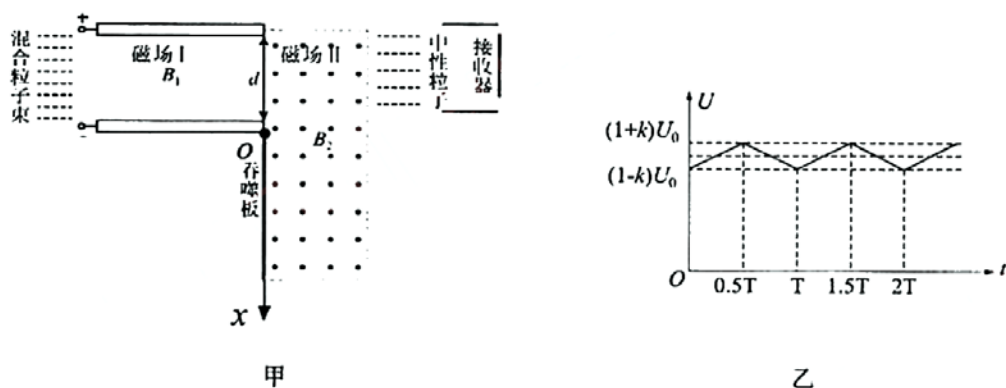
第 21 题图

- (1) 前 2s 内金属导体框的加速度大小;
- (2) 前 2s 内外力 F 与时间 t 的变化关系;
- (3) 在拉力作用这段时间内, 棒 MN 产生的焦耳热。

高三物试 · 第 9 页 (共 10 页)

22. (10分) 东方超环, 俗称“人造小太阳”, 是中国科学院自主研制的磁约束核聚变实验装置。该装置需要将加速到较高速度的离子束变成中性粒子束, 没有被中性化的高速带电离子需要利用“偏转系统”将带电离子从粒子束中剥离出来。假设“偏转系统”的原理如图所示, 均匀分布的混合粒子束先以相同的速度通过加有电压的两极板间, 再进入偏转磁场 II 中, 中性粒子继续沿原方向运动, 被接收器接收; 未被中性化的带电粒子一部分打到下极板被吸收后不可再利用, 剩下的进入磁场 II 后发生偏转, 被吞噬板吞噬后可以再利用。已知粒子带正电、电荷量为 q , 质量为 m , 两极板间电压 U 可以调节, 间距为 d , 极板长度为 $\sqrt{3}d$, 吞噬板长度为 $2d$, 极板间施加一垂直于纸面向里的匀强磁场 I, 磁感应强度为 B_1 , 带电粒子和中性粒子的重力可忽略不计, 不考虑混合粒子间的相互作用。

- (1) 当电压 $U=0$ 时, 恰好没有粒子进入磁场 II, 求混合粒子束进入极板间的初速度 v_0 等于多少? 若要使所有的粒子都进入磁场 II, 则板间电压 U_0 为多少?
- (2) 若所加的电压在 $U_0 \sim (1+k)U_0$ 内小幅波动, $k>0$ 且 $k\ll 1$, 此时带电粒子在极板间的运动可以近似成类平抛运动。则进入磁场 II 的带电粒子数目占总带电粒子数目的比例至少多少?
- (3) 在(2)的条件下, 若电压小幅波动是随时间线性变化, 规律如图乙所示, 变化周期为 T , 偏转磁场边界足够大。要求所有进入磁场 II 的粒子最终全部被吞噬板吞噬, 求偏转磁场 II 的磁感应强度 B_2 满足的条件? 已知粒子束单位时间有 N 个粒子进入两极板间, 中性化的转化效率为 50%, 磁场 II 磁感应强度 B_2 取最大情况下, 取下极板右端点为坐标原点, 以向下为正方向建立 x 坐标, 如甲图所示, 求一个周期 T 内吞噬板上不同位置处吞噬到的粒子数密度 λ (单位长度的粒子数)。



第 22 题图

2022 学年第一学期杭州市高三年级教学质量检测

物理参考答案及评分标准

第 I 卷 (选择题共 45 分)

一、选择题 I (本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分)

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	C	D	B	C	B	A	C
题号	8	9	10	11	12	13	
答案	B	B	D	C	C	C	

二、选择题 II (本题共 3 小题, 每小题 2 分, 共 6 分。每小题列出的四个备选项中至少有一个是符合题目要求的。全部选对的得 2 分, 选对但不全的得 1 分, 有选错的得 0 分)

题号	14	15	16
答案	AD	BC	AD

非选择题部分

三、填空题 (本题共 2 小题, 共 14 分)

17. (1) 89.98 或 89.99 或 90.00cm (1 分)

(2) 0.46m/s (2 分)

(3) 如图 (1 分)、 $0.48 \pm 0.02 \text{m/s}^2$ (2 分)

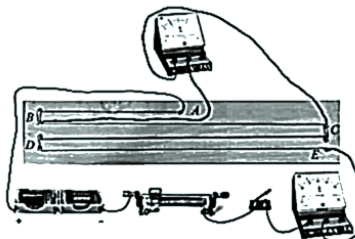
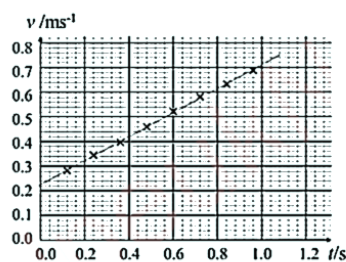
(4) 丙(1 分)

18. (1) BC、CD (1 分)

(2) 如右图 (2 分)

(3) 0.4mm (1 分)

(4) 电流表计数 I (1 分) 、 $\frac{\pi k D^2}{4I}$ (2 分)



四、计算题 (本题共 4 小题, 共 41 分)

19. (9 分) 微信公众号《愚公文化服务平台》

(1) 人工收费通道加速和加速阶段的位移

$$x_1 = x_2 = \frac{v_1^2}{2a} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得 } x_1 = x_2 = 64 \text{m} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{总共通过路程 } s = x_1 + x_2 = 128 \text{m} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$t_1 = t_2 = \frac{v_1}{a} = 8s \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

汽车通过人工车道总共所需时间 $t = t_1 + t_2 + t_{\text{等}} = 36s \dots\dots\dots 1 \text{分}$

(2) ETC 车道, 汽车加速、减速的位移为

$$x'_1 = x'_2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a} = 60m$$

加速、减速时间 $t'_1 = t'_2 = \frac{v_1 - v_2}{a} = 6s$

设 ETC 匀速运动时间为 t'_3 , 经过相同的路程, 人工通道需要匀速运动时间为 t_3

则根据时间关系可知:

$$t'_1 + t'_2 + t'_3 + t_0 = t + t_3$$

可知: $t'_3 = 3 + t_3 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

根据通过的总路程相同可得:

$$x'_1 + x'_2 + v_2 t'_3 = x_1 + x_2 + v_1 t_3$$

可知: $t'_3 = 2 + 4t_3 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

联立可得 $t_3 = \frac{1}{3}s$; $t'_3 = \frac{10}{3}s \dots\dots\dots 1 \text{分}$

求汽车在 ETC 通道匀速行驶的距离 $x'_3 = v_2 t'_3 = \frac{40}{3}m \dots\dots\dots 1 \text{分}$

20. (12分)

(1) 设滑块 P 与 Q 碰撞前瞬间速度的大小为 v_{PD} , 撞后 Q 点的速度为 v_{QD} ,

$$mgh - \mu mgl = \frac{1}{2}mv_{PD}^2 - 0 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

弹性碰撞, 且质量相等 $v_{QD} = v_{PD} \dots\dots\dots 1 \text{分}$

增加的压力是因为向心运动的原因

$$2mg = m \frac{v_{QD}^2}{R} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

解得 $\mu = 0.5 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

(2) 设滑块 P 与 Q 碰撞前瞬间速度的大小为 v_{PD} ,

$$kmg h - \mu kmg l = \frac{1}{2} k m v_{PD}^2 - 0$$

P 、 Q 过程没有机械能损失，碰撞过程系统动量守恒、机械能也守恒，设碰后的速度分别为 v_{PD} 、 v_{QD1} ，以向右为正方向，由动量守恒得

$$k m v_{PD} = k m v_{PD1} + m v_{QD1} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2} k m v_{PD}^2 = \frac{1}{2} k m v_{PD1}^2 + \frac{1}{2} m v_{QD1}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

解得 $v_{QD1} = \frac{2k}{1+k} v_{PD} = \frac{2k}{1+k} \sqrt{2gR}$

不脱离圆弧轨道的条件两种情形：

情形一：不过圆心等高处 $\frac{1}{2} m v_{QD1}^2 \leq mgR$

解得 $k \leq 1 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

情形二：

对 Q 球从 D 点到 E 点过程，由机械能守恒定律得 $\frac{1}{2} m v_{QD1}^2 = \frac{1}{2} m v_{QE1}^2 + mg \cdot 2R$

对 Q 球在 E 点，由牛顿第二定律得 $\frac{m v_{QE1}^2}{R} \geq mg$

解得 $k \geq \frac{2\sqrt{10}+5}{3} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

所以满足 $k \leq 1$ 或者 $k \geq \frac{2\sqrt{10}+5}{3}$

(3) Q 球从 E 点飞出后做平抛运动，设飞出的初速度为 v_0 ，落在弧形轨道上的坐标为 (x, y) ，将平抛运动分别分解到水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动，有

$$\begin{aligned} -x &= v_0 t \\ 2R - y &= \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned}$$

Q 球从点 E 到轨道上落点，根据动能定理可知 $mg(2R - y) = E_k - \frac{1}{2} m v_0^2$

解得落点处动能为 $E_k = mg(2R - y) + \frac{mgx^2}{4(2R - y)} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

因为物块 m 从 E 点到弧形轨道上动能均相同，将落点 $C(-2R, 0)$ 的坐标代入，可得

$E_k = 2.5mgR \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

化简可得 $y = \frac{3}{4}R - \frac{1}{4}\sqrt{25R^2 - 4x^2}$ 定义域： $-2.5R \leq x \leq -2R \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$

21. (10分)

【详解】(1) $U = \frac{BLv}{3} = 2 + t$
 得 $v = 3 + \frac{3}{2}t$ 2分

根据速度与时间关系 $v = v_0 + at$

得 $v_0 = 3\text{m/s}$, $a = 1.5\text{m/s}^2$ 2分

(2) 对 MN 棒分析, 可知 $f = \mu(Mg \cos 30^\circ + B \frac{I}{2} L)$

得 $f = 0.9 + 0.4t$ 1分

对金属导轨 ABCD 进行受力分析, 根据题意以斜面向上为正方向, 根据牛顿第二定律有

$F - BIL - f - mg \sin \theta = \dots$ 1分

由上面分析可得 $F = 23.4 + 8.4t(\text{N})$ $0 < t \leq 2\text{s}$ 1分

(3) 从开始运动到撤去外力, 这段时间内导轨做匀加速运动, $t = 2\text{s}$ 时

$v = v_0 + at = 6\text{m/s}$

$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = 9\text{m}$ (v、x 算出任意一个给 1分)

对框, 用动能定理:

$W - mgx \sin \theta - \sum BI_i L \Delta x - W_{\text{克}f} = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$

$W_{\text{克}f} = \sum \mu(Mg \cos \theta + B \frac{I_i}{2} L) \Delta x = \mu Mg \cos \theta x + \frac{\mu}{2} \sum BI_i L \Delta x$

$Q_{\text{总}} = 6Q = \sum BI_i L \Delta x$

由以上三式联立可得 $Q = \frac{112}{3} \text{J}$ 2分

22. (10分)

(1) 不加磁场时 $r = 2d$

$qv_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{r}$

解得粒子的初速度为 $v_0 = \frac{2qdB_1}{m}$ 1分

离子能直线通过两极板, 则洛伦兹力等于电场力 $qv_0 B_1 = q \frac{U_0}{d}$ 1分

将有上面三式得 $U_0 = \frac{2qB_1^2 d^2}{m}$ 1分

(2) 由 $qv_0B_1 = q\frac{U_0}{d}$

带电粒子在电磁场中的受力的最大值近似为 $F=kqU_0/d$

所以粒子在电磁场中的运动近似为类平抛运动，加速度为 $a = \frac{F}{m} = \frac{kqU_0}{md}$ 1分

$y = \frac{1}{2}at^2$, $\sqrt{3}d = v_0t$,

所以最大的偏转距离 $y_m = \frac{3}{4}kd$ 1分

则最小的比例是 $\eta = \frac{d-y_m}{d} = 1 - \frac{3}{4}k$ 1分

(3) 对于沿上极板运动的离子，在两极板间做类平抛运动，则

$y = \frac{1}{2}at^2$, $2d = v_0t$,

离子进入偏转电场时的速度偏向角的余弦值为 $\cos\theta = \frac{v_0}{v}$

带电粒子在磁场中的运动: $qvB_2 = m\frac{v^2}{R}$

回到边界时在 x 方向移动的距离 $\Delta x = 2R\cos\theta$

由上述三式得到: $\Delta x = 2\frac{mv_0}{B_2q}$, 发现是一个定值, 和偏转电压无关。..... 1分

全部吞噬的条件是

$$d \leq \Delta x \leq 2d$$

代入上式得到: $2B_1 \leq B_2 \leq 4B_1$ 1分

当偏转磁场的磁感应强度取最大值 $B_2 = 4B_1$ 时, 吞噬板上在时间 T 内接收到的最大数密度

为 $\lambda_0 = \frac{NT}{2d}$

因为电压和时间是线性关系, 而在电磁场中的偏转距离和电压也是线性关系, 所以数密度和 x 轴的关系也是线性关系

在 $0 \leq x \leq \frac{3}{4}kd$ 时 $\lambda = \frac{x}{\frac{3kd}{4}} \frac{\lambda_0}{2} + \frac{\lambda_0}{2} = \frac{xNT}{3kd^2} + \frac{NT}{4d}$

在 $\frac{3}{4}kd < x \leq (1 - \frac{3}{4}k)d$ 时, $\lambda = \lambda_0 = \frac{NT}{2d}$

在 $(1 - \frac{3}{4}k)d < x \leq d$ 时, $\lambda = \frac{(d-x)}{\frac{3kd}{4}} \frac{\lambda_0}{2} + \frac{\lambda_0}{2} = \frac{(d-x)NT}{3kd^2} + \frac{NT}{4d}$


在 $d < x \leq 2d$ 时, $\lambda = 0$ 共 2 分, 错一个扣 1 分


关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址: www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信信号：**zizzsw**。



 微信搜一搜

 自主选拔在线