

2017 长春市高三三模物理试卷分析

紧张的长春市三模考试已经结束，长春新东方优能中学为大家带来了详细的试卷分析，帮助同学们分析题目的重点难点和考试带来的启示。

一、各题型分值分布及总的命题思路与趋势

题型	分值(总分 110)	所占比例
选择题	48	43%
实验题	15	14%
计算题	32	29%
选修题	15	14%

命题思路分析：

试卷总体难度中等偏上，知识点考查比较全面，对学生综合运用的能力要求较高，基本知识的理解和建立解题模型考查较多，难题主要集中在选择题后三题及计算大题，尤其是第二题分析过程较乱，计算量偏大，多数学生都在这几个部分失分。

选择题整体来看难度中等，但易错点较多，17、21 是整张卷子中最难的题目，重点考察电磁感应和交变电流、牛顿定律和功能关系两个模块，出题形式新颖，计算灵活，要求同学们知识掌握比较扎实。

实验题考察了验证机械能守恒定律、测电压表内阻两个常规实验，出题形式中规中矩，但电学实验中涉及器材选择和电路设计，难度不低，多数学生都会部分失分。

计算大题一共两道，第一题难度适中，考查电场偏转，磁场选择两块考点，学生只要掌握基本公式和规律，基本都能得分；第二题难度稍大，重点考查动量守恒和板块模型，需要学生的分析综合能力和应用数学处理物理问题的能力比较强。

二、各题型知识点分布及命题思路解析

1. 选择题：48分

题号	考点所属	备注
14	原子物理	以原子物理的相关知识为命题背景考查学生的理解能力，新加入必修的内容，难度不高，但知识点琐碎，要认真记忆。
15	天体运动	以天体运动为命题背景考查学生的推理能力，运用基本公式就可以准确求解。
16	直线运动	以运动学图象为命题背景考查学生的推理能力和应用数学处理物理问题的能力。
17	交变电流	以电磁感应和变压器为命题背景考查学生的分析综合能力。
18	静电场	以静电场相关知识为命题背景考查学生的理解能力，主要需要记住等量异种点电荷的场强和电势特点。
19	电磁感应	以物体的平衡为命题背景考查学生的推理能力
20	相互作用	以物体的平衡为命题背景考查学生的推理能力。
21	牛顿定律	以直线运动为命题背景考查学生的分析综合能力和运用数学处理物理问题的能力

2.实验题：15分

考察学生实验设计能力和数据处理能力，属于高考必考内容，题目设置难度不大，常以力学实验+电学实验出现，总分15分，本次考察学生对实验原理的理解和数据处理，以及仪器的应用，难度不大。

题号	考点所属	备注
22	力学实验	该实验是高考考察的重点实验题题型之一，应予以重视
23	电学实验	高考必考内容，学生掌握普遍不好，应给予重视。

实验仍旧是力学+电学，属于易得分模块，学生应注意实验的细节问题，为掌握透彻需要立即复习。

3.计算题：32分

大题计算考察学生问题分析能力和信息提取能力，计算能力。分为2道题目，其中24题属于易得分题目，常考察牛顿定律，曲线运动和功能关系，简单电场计算，难度不大，学生普遍能得分；但25题综合性大题，常设置3问，难度逐渐递增，第三问属于拔高题，需要严密的分析和大量计算，难度大，但前两问的难度和计算量都不大，基本考察公式的应用。学生重点要熟记公式和简单应用。

本次设置的难度符合常考的命题规律，24题属送分题，25题难度增大，学生要重点培养简单公式应用和信息提取及计算。

题号	考点所属	备注
24	电磁场	带电粒子在复合场偏转是高考常考题型之一，涉及电磁学基本公式及平抛、圆周运动学知识，学生一般都可以得分，如果公式不熟，一定要尽快加强。
25	牛顿定律	动量+板块模型是高考中新的综合性大题命题趋势，由于动量成为必考章节，在计算中一定会有所提醒。考察内容较多，大部分学生掌握不好，请加以关注！

4.选修题：15分

选修题目难度设置不大，和常见考试设置情况一致，常以选择题+一道计算大题出现。选择题考察基础知识点的记忆，大题以计算为主，学生要培养基本公式应用和变形能力。其中热力学定律计算强调题目中的不变条件和气体的初末状态，光学计算要注重光路图的绘制和几何关系的计算。

题号	考点所属	备注
33	选修 3-3	热学部分是高考中选修部分，高考中计算题为增加知识点覆盖，常会多设问，应予以重视。
34	选修 3-4	高考常以选择计算形式出现，对振动和波以及光学计算为主，学生掌握不好，应予以重视

本次选修两个部分的难度都不大，掌握基础知识点获得满分都没有大的问题。未获得满分的学生平时要加强对基础知识点的记忆，翻看书中的内容，完成选择题部分，计算则需要通过真题的练习慢慢提高。

三、高考备考建议

- 1、根据三模情况，及时将自己的学习问题分类：已掌握且得分，已掌握未得分，未掌握可放弃，未掌握可争取。进行分类对待和处理，调整自己的复习计划。
如果同学们不太清楚的话，我们有微信答疑群的二维码，扫码进群之后可以将试卷情况发给我们，我们会及时为各位同学完成试卷分析，并给出接下来的复习计划。



长春新东方高中物理答疑群



该二维码7天内(4月13日前)有效，重新进入将更新

2、注重加强常规题型、高频考题的一般思维方法的训练，特殊方法考察较少，不要舍本逐末，追求偏、怪、难的方法。

3、注重加强分析解题能力。不能仅仅停留在背诵公式原理、套用原理上，更要关注自身是否真正理解物理原理，并且学会归纳和探究相关知识的内在联系，将物理学习与思维进步紧密结合，真正实现拓宽思维、培养学习能力的目的。

4、注重加强数学知识在物理问题中的应用训练，锻炼数学能力，千万别认为物理考察的数学很容易，就可以放松。我们的学生做物理题时很多都在计算上出错或数学知识跟不上，导致成绩不理想，这一点对于物理学习来说是很可惜的。

5.选修 3-5 是新加入的必考内容，一定会在选择和计算中体现，要重点复习。且今年由于临时添加必考教材，考试难度会有所下调，更要抓住基础。

总结一句话：选择正确的方向，不断前进，终会成功。

四、试卷分析

2017 长春市高三三模物理试卷

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~17 题只有一项符合题目要求，第 18~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 下列说法正确的是 ()

- A. 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的核裂变反应
- B. 贝克勒尔通过对天然放射现象的研究，发现了原子中存在原子核
- C. 一束光照射某种金属，其频率低于该金属的截止频率时不能发生光电效应
- D. 氢原子从较低能级跃迁到较高能级时，核外电子的动能增大

【试题答案】 C

【命题立意】 以近代物理的相关内容作为命题背景，考查学生的理解能力

【解析】 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的轻核聚变，选项 A 错误；贝克勒尔通过对天然放射现象的研究证明了原子核不是最小微粒，还可以再分，选项 B 错误；光电效应中入射光的频率低于截止频率时不发生光电效应，选项 C 正确；氢原子从较低能级跃迁到较高能级时，电子动能减少，选项 D 错误。

15. 比邻星是离太阳系最近（距离太阳 4.2 光年）的一颗恒星，据报道，2016 年天文学家在比邻星的宜居带发现了一颗岩石行星——比邻星 b，理论上在它的表面可以维持水的存在，甚至可能拥有大气层。若比邻星 b 绕比邻星的公转半径是地球绕太阳公转半径的 p 倍，比邻星 b 绕比邻星的公转周期是地球绕太阳公转周期的 q 倍，则比邻星与太阳的质量之比为 ()

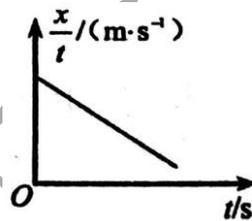
- A. $p^3 q^2$
- B. $p^3 q^{-2}$
- C. $p^3 q^2$
- D. $p^2 q^{-3}$

【试题答案】 B

【命题立意】以天体运动为命题背景考查学生的推理能力

【解析】由 $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}r$ ，可得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ ，即 $M \propto r^3 T^{-2}$ ，故比邻星与太阳的质量之比为 $p^3 q^{-2}$ ，选项 B 正确。

16. 一物体沿直线运动，用 x 表示运动位移，用 t 表示运动时间，从 $t=0$ 时刻开始计时， $\frac{x}{t}-t$ 的图像如图所示，图线斜率为 k ，则下列说法正确的是（ ）



- A. 物体做匀速直线运动，速度等于 k
- B. 物体做变减速直线运动，加速度均匀减小
- C. 物体做匀减速直线运动，加速度等于 k
- D. 物体做匀减速直线运动，加速度等于 $2k$

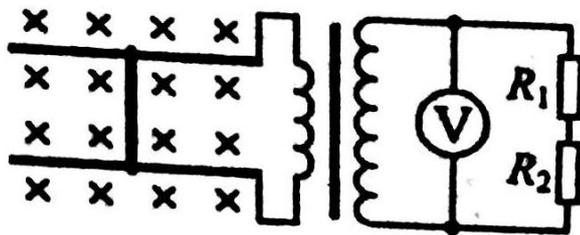
【试题答案】D

【命题立意】以运动学图象为命题背景考查学生的推理能力和应用数学处理物理问题的能力

【解析】设图线与纵坐标的交点坐标为 b ，由图可知： $\frac{x}{t} = b + kt$ ，整理得： $x = bt + kt^2$ ，物体速度 $v = b + 2kt$ ，加速度 $a = 2k$ ，所以物体做匀减速直线运动，加速度为 $2k$ ，故选项 D 正确。

17. 如图所示，一个理想变压器原线圈的匝数为 50 匝，副线圈的匝数为 100 匝，原线圈两端接在光滑的水平平行导轨上，导轨间距为 0.4m。导轨上垂直于导轨放置一长度略大于导轨间距的导体棒，导轨与导体棒的电阻忽略不计，副线圈回路中的电阻 $R_1 = 5\Omega$ ， $R_2 = 15\Omega$ ，图中交流电压表为理想电压表，导轨所在空间有垂直于导轨平面、磁感应强度大小为 1T 的匀强磁场。导体棒在水平外力的作

用下运动，其速度随时间变化的关系式为 $v = 5 \sin 10\pi t (m/s)$ ，下列说法正确的是 ()



- A. R_1 的功率为 $0.2W$
- B. 电压表的示数为 $5\sqrt{2}V$
- C. 水平外力为恒力
- D. 变压器铁芯内磁通量变化率的最大值为 $0.04Wb/s$

【试题答案】D

【命题立意】以电磁感应和变压器为命题背景考查学生的分析综合能力

【解析】导体棒两端瞬时电动势表达式 $e = BLv = 2 \sin 10\pi t$ ，其有效值

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} V, \text{对变压器有 } \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}, \text{所以电压表读输出电压有效值 } U_2 = 2\sqrt{2} V,$$

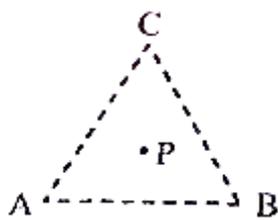
选项 B 错误 输出电流 $I = \frac{U_2}{R_1 + R_2} = \frac{\sqrt{2}}{10} A$ ，电阻 R_1 上消耗的功率 $P_1 = I^2 R_1 = 0.1 W$ ，

选项 A 错误；由导体棒的速度公式可知，导体棒在做往复性运动，故水平外力方向必然发生变化，不可能是恒力，选项 C 错误；副线圈电压的最大值为 $4V$ ，

由法拉第电磁感应定律 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，通过线圈电压的最大值可求出铁芯中磁通量

变化率的最大值 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{E_m}{n_2} = 0.04 Wb/s$ ，选项 D 正确。

18. 如图所示，真空中有一边长为 a 的等边三角形 ABC，P 点是三角形的中心，在 A 点固定一电荷量为 q 的负点电荷，在 B 点固定一电荷量为 q 的正点电荷，已知静电力常量为 k ，则下列说法正确的是 ()



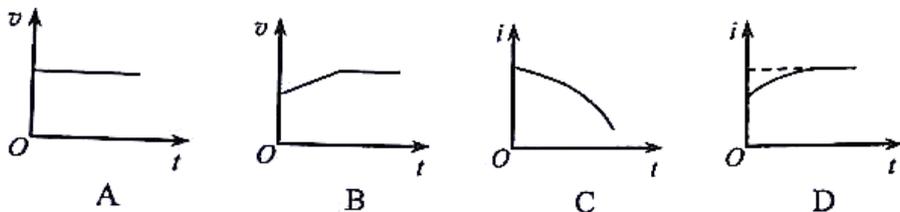
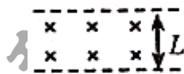
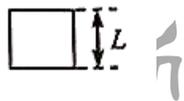
- A. C 点的电场强度大小为 $\frac{2kq}{a^2}$
- B. 同一试探电荷在 C 点与 P 点所受静电力方向相同
- C. C 点电势高于 P 点电势
- D. 将某一试探电荷从 C 点沿 CP 连线方向移动到 P 点的过程中静电力不做功

【试题答案】BD

【命题立意】以静电场相关知识为命题背景考查学生的理解能力

【解析】等量异种电荷形成的电场，由矢量合成知识可得，C 点的电场强度大小为 $\frac{kq}{a^2}$ ，选项 A 错误；CP 连线是电场中的等势线，场强方向与等势面处处垂直，所以 C、P 两点处场强方向相同，同一电荷在 C 点与 P 点所受静电力方向相同，选项 B 正确；C 点与 P 点电势相同，选项 C 错误，试探电荷由 C 点移至 P 点过程中静电力不做功，选项 D 正确。

19. 如图所示，空间存在有界的匀强磁场，磁场的上下边界水平，方向垂直纸面向里，宽度为 L ，一边长为 L 的正方形线框自磁场边界上方某处自由下落，线框下落过程中始终保持在同一竖直平面内，且底边保持与磁场边界平行。线框自开始进入磁场区域到全部离开磁场区域的过程中，下列关于线框速度和感应电流随时间变化的图像可能正确的是（ ）



【试题答案】AD

【命题立意】以电磁感应现象为命题背景考查学生的推理能力

【解析】设线框质量为 m ，电阻为 R ，进入磁场时的速度为 v ，则线框中的

电流 $i = \frac{BLv}{R}$ ，所受的安培力 $F_{安} = \frac{B^2L^2v}{R}$ ，若安培力等于重力，则线框匀速运动，

选项 A 正确；若安培力大于重力，则线框减速运动，由牛顿运动定律

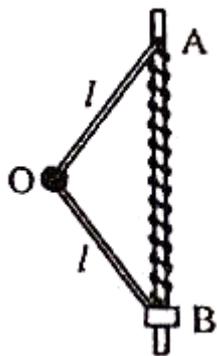
$\frac{B^2L^2v}{R} - mg = ma$ 可知线框加速度减小，即速度的变化率减小，由 $i = \frac{BLv}{R}$ 可知电

流减小，同时电流变化率也减小，故选项 C 错误；若安培力小于重力，则线框

加速运动，由牛顿运动定律 $mg - \frac{B^2L^2v}{R} = ma$ 可知线框加速度减小，故选项 B 错

误，选项 D 正确。

20. 某装置如图所示，两根长度均为 l 的轻杆 OA、OB 与小球以及一小滑块通过铰链连接，杆 OA 的 A 端与固定在竖直光滑杆上的铰链相连，原长也为 l 的轻质弹簧一端固定在 A 点，另一端连接小滑块，弹簧与小滑块都套在竖直杆上。装置静止时，弹簧长度为 $1.6l$ ，弹簧始终处于弹性限度内，小球与小滑块的质量均为 m ，重力加速度为 g ，下列说法正确的是 ()

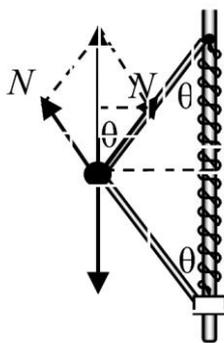


- A. 轻杆 OA 对小球的作用力方向与竖直杆的夹角的正切值为 $\frac{4}{3}$
- B. 轻杆 OB 对小滑块的作用力方向沿 OB 杆向下, 大小为 $\frac{5mg}{8}$
- C. 轻杆 OA 与 OB 对小球的作用力大小之比是 $\frac{4}{3}$
- D. 弹簧的劲度系数 $k = \frac{5mg}{2l}$

【试题答案】BD

【命题立意】以物体的平衡为命题背景考查学生的推理能力

【解 析】



以小球为研究对象, 对其受力分析如图, 由几何关系可知 $\cos \theta = \frac{4}{5}$, 所以 $\theta = 37^\circ$,

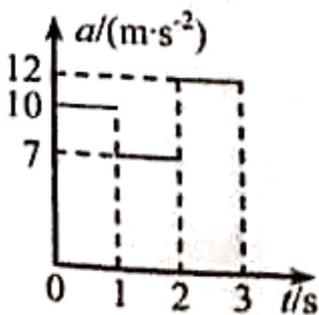
$\tan \theta = \frac{3}{4}$, 轻杆由铰链连接, 所以杆上的弹力沿杆方向, 故选项 A 正确; 由图

可知轻杆 OA 与 OB 对小球的作用力大小相等, 其竖直分量大小相等均为 $\frac{mg}{2}$,

有 $N \cos 37^\circ = \frac{mg}{2}$ 所以 $N = \frac{5mg}{8}$ 选项 B 正确、选项 C 错误; 对滑块受力分析,

由胡克定律可知， $k(1.6L - L) = mg + N \cos \theta = \frac{3mg}{2}$ 可得 $k = \frac{5mg}{2L}$ ，选项 D 正确

21. 某质点在 3s 内一直竖直向上运动，其加速度与时间 ($a-t$) 图像如图所示，若取竖直向下为正方向，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，则下列说法正确的是 ()



- A. 质点第 1s 内发生的位移为 5m
- B. 质点的初速度不小于 29m/s
- C. 质点第 2s 内处于失重状态
- D. 质点在第 3s 末的机械能大于第 1s 末的机械能

【试题答案】BCD

【命题立意】以直线运动为命题背景考查学生的分析综合能力和应用数学处理物理问题的能力

【解析】由于物体一直上升，以向下为正方向，所以位移一定为负值，且质点初速度不确定，所以无法确定质点的位移大小，选项 A 错误；由 $a-t$ 图象面积代表速度变化量 Δv ，由图象可知 $\Delta v = 29\text{m/s}$ ，由于物体一直上升，所以初速度应大于或等于 29m/s ，选项 B 正确；在第 2s 内质点加速度方向竖直向下，处于失重状态，选项 C 正确；第 2s 内物体受向上的拉力 F_2 作用，由牛顿运动定律 $mg - F_2 = ma$ ，所以 $F_2 = 3m$ ，第 3s 内物体受向下的拉力 F_3 作用，由牛顿运动定律 $F_3 + mg = ma$ ，所以 $F_3 = 2m$ ，由于物体第 2s 内的位移大于第 3s 内的位移，所以第 2s 内拉力做的正功大于第 3s 内拉力做的负功，物体的机械能增加，选项 D 正确。

三、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 22 题~第 25 题为题，每个考题考生都必须作答，第 33~34 为选考题，考生根据要求作答。

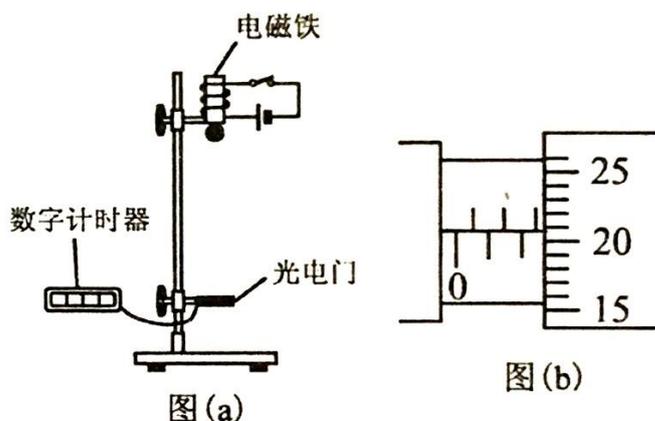
(一) 必考题

22. (6 分) 某活动小组利用图 (a) 所示装置验证机械能守恒定律，实验开始时，直径为 d 的钢球被电磁铁吸住。断开开关，钢球由静止开始下落。测得钢球静止时球心到光电门中心的距离为 h ，由数字计时器测出钢球通过光电门的实验为 Δt ，一直当地的重力加速度大小为 g 。试完成如下实验内容：

(1) 利用螺旋测微器测出钢球的直径，读数如图 (b) 所示，则 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm；

(2) 钢球通过光电门的速度表达式为 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ (用题中所给物理量的符号表示)；

(3) 要验证机械能守恒，需要比较 $\underline{\hspace{2cm}}$ 和 $\underline{\hspace{2cm}}$ 在误差允许范围内是否相等 (用题中所给物理量的符号 d 、 h 、 Δt 、 g 表示)。



【试题答案】(6 分)

(1) 2.707 (2.705 ~ 2.709) (2 分)

(2) $\frac{d}{\Delta t}$ (2 分)

(3) gh (1 分)、 $\frac{1}{2}(\frac{d}{\Delta t})^2$ (1 分) 或 $2gh$ (1 分)、 $(\frac{d}{\Delta t})^2$ (1 分)

【命题立意】以验证机械能守恒定律为实验命题背景考查学生的实验能力

【解析】钢球通过光电门的速度表达式为 $\frac{d}{\Delta t}$ ，由机械能守恒定律

$$mgh = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2 \quad \text{可知只需判断 } gh \text{ 和 } \frac{1}{2}\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2 \text{ 在误差允许范围内相等即可验证机}$$

械能守恒。

23. (9分) 某研究小组要测量电压表 V_1 的内阻 r_1 ，要求方法简便，有尽可能高的测量精度，并能测得多组数据，现提供如下器材：

A. 电压表 (V_1)：量程 3V，内阻 r_1 待测 (约 2000 Ω)

B. 电压表 (V_2)：量程 6V，内阻 $r_2=4000\Omega$

C. 电压表 (V_3)：量程 4V，内阻 $r_3=10000\Omega$

D. 电流表 (A_1)：量程 0.6A，内阻 $r_4=0.05\Omega$

E. 滑动变阻器 (R_0)：总电阻约 50 Ω

F. 电源 (E)：电动势 15V，内阻很小

G. 电键一个 (S)、导线若干



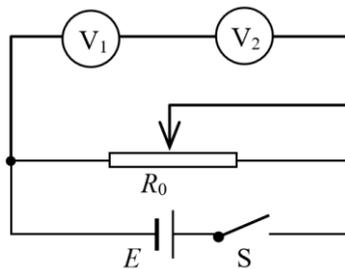
(1) 请从所给器材中选出适当的器材，设计电路，在虚线方框中画出电路图，标明所用器材的符号；

(2) 根据你所设计的电路图，写出待测电压表 V_1 的内阻 r_1 表达式，即

$r_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，式中各符号的物理意义是：

【试题答案】(9分)

(1) (4分)



(2) $r_1 = \frac{U_1}{U_2} r_2$ ；(3分) U_1 表示电压表 V_1 的电压， U_2 表示电压表 V_2 的电压， r_2

表示电压表 V_2 的内阻。(2分) (未说明 r_2 意义不扣分)

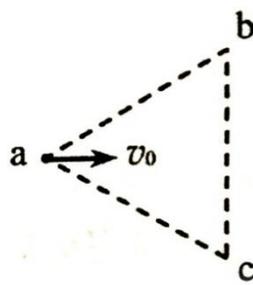
【命题立意】以电压表内阻的测量为实验命题背景考查学生运用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器处理问题和简单设计实验的能力

【解析】(1) A_1 表量程过大, V_3 表的满偏电流过小, 所以应将 V_1 表与 V_2 表串联来测量 V_1 表的内阻; 滑动变阻器用限流接法时的最小电压均超表的量程, 所以采用分压电路。(2)(3) 问利用串联电路的规律可得。

24. (14分) 如图所示, 在纸面内有一个边长为 L 的等边三角形 abc , 有一个质量为 m , 电荷量为 q 的带正电的粒子从 a 点以速度 v_0

沿平行于纸面且垂直于 bc 边的方向进入三角形区域。

若在该区域内只存在垂直于纸面的匀强磁场, 该粒子恰能从 c 点离开; 若该区域内只存在平行于 bc 边的匀强电场, 该粒子恰好从 b 点离开 (不计粒子重力)



- (1) 判断匀强磁场、匀强电场的方向;
- (2) 计算电场强度与磁感应强度的大小之比。

【试题答案】(14分) (1) 匀强磁场方向垂直纸面向外、匀强电场方向平行于 bc 边由 c 指向 b (4分); (2) $\frac{4}{3}v_0$ (10分)

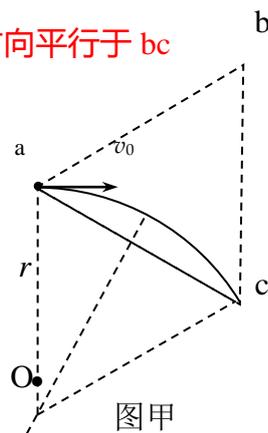
【命题立意】以带电粒子在电场和磁场中的运动为命题背景考查学生的分析综合能力

【解析】

(1) 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由 a 点射入 c 点射出, 由左手定则判断匀强磁场方向垂直纸面向外..... (2分)

粒子在电场中做类平抛运动, 由 a 点射入 b 点射出, 可知匀强电场方向平行于 bc 边由 c 指向 b (2分)

(2) 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 运动轨迹如图甲所示



洛伦兹力充当向心力， $qv_0B = m\frac{v_0^2}{r}$ (2分)

由几何关系可知： $r = L$(2分)

解得 $B = \frac{mv_0}{qL}$

粒子在匀强电场中做类平抛运动，运动轨迹如图乙所示

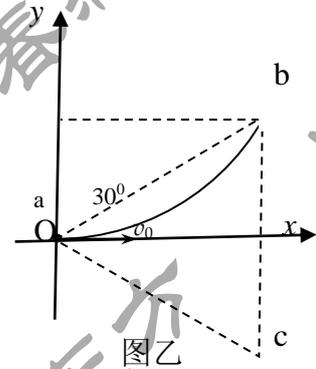
$\frac{\sqrt{3}L}{2} = v_0t$ (1分)

$\frac{L}{2} = \frac{1}{2}at^2$ (1分)

$a = \frac{Eq}{m}$ (2分)

可得： $E = \frac{4mv_0^2}{3Lq}$

所以： $\frac{E}{B} = \frac{4v_0}{3}$ (2分)

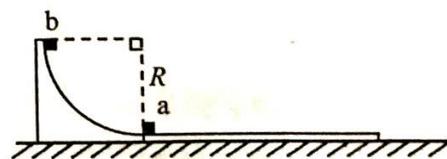


25. (18分) 如图所示，水平地面上固定一个半径为 $R=0.8\text{m}$ 的四分之一光滑圆轨道，圆轨道末端水平并与一个足够长的匀质薄板的左端等高接触但不连接。薄木板的质量为 $M=2\text{kg}$ ，其左端有一个处于静止状态的小物块 a ，质量为 $m_a=1\text{kg}$ 。现将一质量为 $m_b=3\text{kg}$ 的小物块 b 由圆轨道最高点无初速度释放，并与物块 a 在圆轨道最低点发生碰撞，碰撞事件极短且碰撞过程中无机械能损失（物块 a 、 b 可视为质点，重力加速度 g 取 10m/s^2 ）。

(1) 求碰后瞬间两小物块的速度大小；

(2) 若两个小物块 a 、 b 与木板间的动摩擦因数均为 $\mu_1=0.3$ ，木板与地面间的动摩擦因数

$\mu_2=0.1$ ，求最终两个小物块 a 、 b 间的距离。



【试题答案】(1) $v_b = 2\text{m/s}$ $v_a = 6\text{m/s}$; (7分) (2) $\Delta x = \frac{14}{3}\text{m}$ (11分)

【命题立意】以“板块运动”问题为命题背景考查学生的分析综合能力和应用数学处理物理问题的能力

【解析】(1) 对物块 b 由机械能守恒定律: $mgR = \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

可得 $v_0 = \sqrt{2gR} = 4\text{m/s}$

两物块相碰撞由动量守恒定律: $m_b v_0 = m_b v_b + m_a v_a$... (2分)

由能量关系: $\frac{1}{2}m_b v_0^2 = \frac{1}{2}m_b v_b^2 + \frac{1}{2}m_a v_a^2$ (2分)

解得: $v_b = 2\text{m/s}$ (1分)

$v_a = 6\text{m/s}$ (1分)

(2) 物块 a、b 做匀减速的加速度大小分别为 a_a 、 a_b

$\mu_1 m_a g = m_a a_a$ (1分)

$\mu_1 m_b g = m_b a_b$ (1分)

木板做匀加速的加速度大小为 a_M

$\mu_1 m_a g + \mu_1 m_b g - \mu_2 (m_a + m_b + M) = M a_M$ (1分)

物块 b 与木板共速的速度为 v_1 , 时间设为 t_1 ,

$v_1 = v_b - a_b t_1$ (1分)

$v_1 = a_M t_1$ (1分)

解得 $v_1 = 1\text{m/s}$ $t_1 = \frac{1}{3}\text{s}$

此后物块 b 与板相对静止一起减速到与 a 相对静止的时间为 t_2 , 加速度大小为 $a_{共}$, 三者共速的速度 v_2

$\mu_2 (m_a + m_b + M) g - \mu_1 m_a g = (M + m_b) a_{共}$ (1分)

$v_2 = v_1 - a_{共} t_2$ (1分)

$v_2 = v_a - a_a (t_1 + t_2)$ (1分)

解得: $v_2 = 0$, $t_2 = \frac{5}{3}\text{s}$

综上，物块 a 整个过程中的对地位移为 x_a ，物块 b 的对地位移为 x_b

$$x_b = \frac{v_b + v_1}{2} t_1 + \frac{v_1}{2} t_2 = \frac{4}{3} \text{ m} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$x_a = \frac{v_a}{2} (t_1 + t_2) = 6 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

所以，距离 $\Delta x = x_a - x_b = \frac{14}{3} \text{ m} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

(2) 解法二：由动量定理计算，由题意可知物块 b 先与板共速，共速的速度为 v_1 ，时间设为 t_1 ，以向右为正方向

对物块 b： $-\mu_1 m_b g t_1 = m_b v_1 - m_b v_b \quad \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

对木板： $(\mu_1 m_a g + \mu_1 m_b g) t_1 - \mu_2 (m_a + m_b + M) g t_1 = M v_1 \quad \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

解得 $v_1 = 1 \text{ m/s}$ ， $t_1 = \frac{1}{3} \text{ s}$

此后物块 b 与板相对静止一起减速的时间为 t_2 ，三者共速的速度 v_2

对 b 和木板：

$$\mu_1 m_a g t_2 - \mu_2 (m_a + m_b + M) g t_2 = (M + m_b) v_2 - (M + m_b) v_1 \quad \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

对 a： $-\mu_1 m_a g (t_1 + t_2) = m_a v_2 - m_a v_a \quad \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

解得： $v_2 = 0$ ， $t_2 = \frac{5}{3} \text{ s}$

综上，物块 a 整个过程中的对地位移为 x_a ，物块 b 的对地位移为 x_b

$$x_b = \frac{v_b + v_1}{2} t_1 + \frac{v_1}{2} t_2 = \frac{4}{3} \text{ m} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$x_a = \frac{v_a}{2} (t_1 + t_2) = 6 \text{ m} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

分)

所以，距离 $\Delta x = x_a - x_b = \frac{14}{3} \text{ m} \quad \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$

分)

(二) 选考题：共 45 分。请考生从给出的 3 道物理题任选一题作答，并用 2B 铅笔在答题卡上把所选题目的题号涂黑。注意所做题目的题号必须与所涂题目的题号一致，在答题卡选答区域指定位置答题，如果多做，则每学科按所做的第一题计分。

33. 【物理——选修 3-3】(15 分)

(1) (5 分) 下列说法中正确的是_____。(填正确答案编号。选对 1 个得 2 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分。每选错一个扣 3 分，最低得分为 0 分)

- A. 物体从外界吸热，其内能不一定增大
- B. 液晶显示器是利用了液晶对光具有各向同性的特点
- C. 温度相同的氢气和氧气，它们分子的平均速率不相同
- D. 用气体的摩尔体积和阿伏伽德罗常数可以估算气体分子的体积
- E. 当分子力表现为斥力时，分子力和分子势能总是随分子间距离的减小而增大

【试题答案】(5 分) ACE

【命题立意】以热学基本概念为命题背景考查学生的理解能力

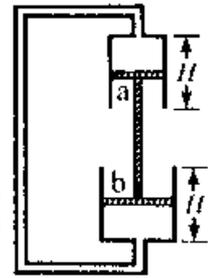
【解析】物体从外界吸热，同时对外做功，内能可能增大、可能减少、可能不变，所以选项 A 正确；液晶显示器是利用了液晶对光具有各向异性的特点，选项 B 错误；温度相同，分子平均动能相同，氧气、氢气分子质量不同，所以分子平均速率一定不相同，选项 C 正确；气体摩尔体积除以阿伏伽德罗常数可以求出每个气体分子的平均占有空间，远大于气体分子体积，所以选项 D 错误；分子力表现为斥力时，随分子间距离的减小，分子力增大，分子力做负功，分子势能增大，选项 E 正确。

(2) (10 分) 如图所示，两竖直且正对放置的导热气缸底部由细管道(体积忽略不计)连通，两活塞 a、b 用刚性轻杆相连，可在两气缸内无摩擦地移动。上下两活塞(厚度不计)的横截面积分别为 $S_1 = 10\text{cm}^2$ 、 $S_2 = 20\text{cm}^2$ ，两活塞总质量为 $M = 5\text{kg}$ ，两气缸高度均为 $H = 10\text{cm}$ 。气缸内封闭有一定质量的理想气体，

系统平衡时活塞 a、b 到气缸底部距离均为 $l=5\text{cm}$ (图中未标出)。已知大气压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，环境温度为 $T_0 = 300\text{K}$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2

(i) 若缓慢升高环境温度，使活塞缓慢移动到一侧气缸的底部且恰好不接触，求此时环境温度；

(ii) 若保持温度不变，用竖直向下的力缓慢推活塞 b，在活塞 b 由开始运动到气缸底部过程中，求向下推力的最大值。



【试题答案】(10分) (1) 400K (3分) (2) 75N (7分)

【命题立意】以理想气体状态变化为命题背景考查学生的分析综合能力

【解 析】

(1) 活塞缓慢移动，可视为平衡状态，大气压强不变，气缸内气体压强也不变，温度升高，气体体积变大，故而活塞向上移动，由盖-吕萨克定律得：

$$\frac{lS_1 + lS_2}{T_0} = \frac{HS_2}{T} \dots\dots\dots (2\text{分})$$

代入数据得： $T = 400\text{K}$ (1分)

(2) 设初始气体压强为 P_1 ，由平衡条件有

$$P_0S_1 + P_1S_2 = Mg + P_0S_2 + P_1S_1 \dots\dots\dots (2\text{分})$$

代入数据得 $P_1 = 1.5 \times 10^5 \text{Pa}$

活塞 b 刚要到达气缸底部时，向下的推力最大为 F ，此时气体的体积为 HS_1 ，压强为 P_2

由玻意耳定律， $P_1(lS_1 + lS_2) = P_2HS_1 \dots\dots\dots (2\text{分})$

代入数据得 $P_2 = 2.25 \times 10^5 \text{Pa}$

由平衡条件有： $P_0S_1 + P_2S_2 = Mg + P_0S_2 + P_2S_1 + F \dots\dots\dots (2\text{分})$

代入数据得： $F = 75\text{N}$ (1分)

34. [物理——选修 3-4] (15 分)

(1) (5 分) 下列说法中正确的是_____。(填正确答案编号。选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分。每选错一个扣 3 分,最低得分为 0 分)

- A. 做简谐运动的质点,离开平衡位置的位移相同时,加速度也相同
- B. 做简谐运动的质点,经过四分之一周期,所通过的路程一定是一倍振幅
- C. 根据麦克斯韦电磁场理论可知,变化的磁场可以产生电场,变化的电场可以产生磁场
- D. 双缝干涉实验中,若只减小双缝到光屏间的距离,两相邻亮条纹间距将变大
- E. 声波从空气传入水中时频率不变,波长变长

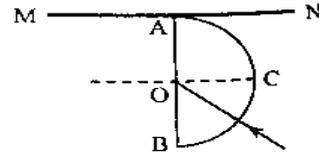
【试题答案】(5 分) ACE

【命题立意】以机械振动、机械波和电磁波为命题背景考查学生的理解能力

【解析】简谐运动的加速度 $a = \frac{F}{m} = \frac{-kx}{m}$, 选项 A 正确; 如果质点不是从特殊位置(平衡位置或最大位移处)开始运动,四分之一周期的路程不是一个振幅,选项 B 错误; 由麦克斯韦的电磁场理论可知变化的磁场可以产生电场,变化的电场可以产生磁场,选项 C 正确; 双缝干涉实验中,由条纹间距 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$ 可知,减小光屏到挡板间距离,两相邻亮条纹间距将变小,选项 D 错误; 声波从空气传入水中时,频率不变,波速变大,所以波长变长,选项 E 正确。

(2) (10 分) 如图所示,横截面为半圆形的某种透明柱体介质,截面 ABC 的半径 $R=10\text{cm}$,直径 AB 与水平屏幕 MN 垂直并与 A 点接触。一束由红光和紫光两种单色光组成的复色光沿半径方向射向圆心 O,已知该介质对红光和紫光的折射率分别为 $n_1 = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ 、 $n_2 = \sqrt{2}$ 。

- (i) 求红光和紫光在介质中传播的速度之比;
- (ii) 若逐渐增大复色光在 O 点的入射角,使 AB 面上刚好只有一种单色光射出,求此时入射角的大小及屏幕上两个光斑的距离。



【试题答案】(10分) $\frac{\sqrt{6}}{2}$ (3分) $10+5\sqrt{2}$ (7分)

【命题立意】以光的折射、全反射现象为命题背景考查学生的分析综合能力和应用数学解决物理问题能力

【解析】

(1) 由折射率 $n = \frac{c}{v}$ (2分)

故红光和紫光在介质中传播的速度比 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sqrt{6}}{2}$ (1分)

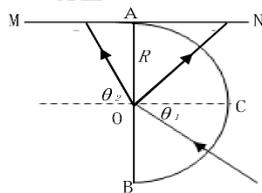
(2) 增加入射角，紫光先发生全反射，其折射光线消失，
设紫光的临界角 C ，

有： $\sin C = \frac{1}{n_2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ (2分)

所以 $C = 45^\circ$

此时入射角 $\theta_1 = C = 45^\circ$ (1分)

光路如图，



红光入射角 θ_1 ，有 $n_1 = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$ (1分)

可得 $\sin \theta_2 = \frac{\sqrt{6}}{3}$

两斑点的间距为 d ： $d = R + \frac{R}{\tan \theta_2}$ (2分)

带入数值得： $d = 10 + 5\sqrt{2}$ (cm) (1分)

注：计算题用其他方法得到正确结果，可按步骤酌情给分