

2019 年北京市东城区高三二模物理试卷

物 理

2019.5

本试卷分为第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分，共 8 页。满分 100 分。考生务必将答案写在答题卡和答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷、答题卡和答题纸一并交回。

第 I 卷（选择题，共 42 分）

本部分共 14 道小题，每小题 3 分，共 42 分。请在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

13. 氢原子的能级图如图所示，如果大量氢原子处在 $n=3$ 能级的激发态，则下列说法正确的是

A. 这群氢原子能辐射出 3 种不同频率的光子

B. 波长最长的辐射光是氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到能级 $n=1$ 能级产生的

C. 辐射光子的最小能量为 12.09 eV

D. 处于该能级的氢原子至少需吸收 13.6 eV 能量的光子才能电离

n	E/eV
∞	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4
1	-13.6

【答案】A

【解析】大量处在 $n=3$ 激发态的氢原子能发出 $C_3^2 = 3$ 种不同频率的光子，故 A 正确；由辐射条件知氢原子由 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级辐射出的光子频率最大，波长最小，故 B 错误；发出光子的最小能量为 $E_3 - E_2 = 1.89\text{eV}$ ，故 C 错误； $n=3$ 能级对应的原子能量是 -1.51eV ，所以至少需要吸收 1.51eV 能量的光子才能电离，故 D 错误

14. 已知铜的摩尔质量为 M ，密度为 ρ ，阿伏加德罗常数为 N ，下列说法中正确的是

A. 1 个铜原子的质量为 $\frac{M}{N}$

B. 1 个铜原子的质量为 $\frac{N}{M}$

C. 1 个铜原子所占的体积为 $\frac{MN}{\rho}$

D. 1 个铜原子所占的体积为 $\frac{M\rho}{N}$

【答案】A

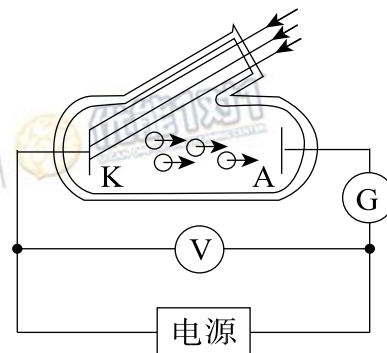
【解析】根据 $V = \frac{m}{\rho}$ 结合 $n = \frac{m}{M}N$ ，计算一个铜原子的体积 $v = \frac{V}{n} = \frac{M}{\rho N}$ ，故 CD 错误；

铜的质量与铜原子个数的比值为一个铜原子的质量，即 $m_1 = \frac{m}{n} = \frac{M}{N}$ ，故 A 正确，故 B

错误

15. 研究光电效应的实验规律的电路如图所示，加正向电压时，图中光电管的 A 极接电源正极，K 极接电源负极时，加反向电压时，反之。当有光照射 K 极时，下列说法正确的是

- A. K 极中有无光电子射出与入射光频率无关
- B. 光电子的最大初动能与入射光频率有关
- C. 只有光电管加正向电压时，才会有光电流
- D. 光电管加正向电压越大，光电流强度一定越大

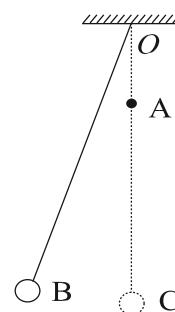


【答案】B

【解析】当入射光的频率大于极限频率时，才有光电子逸出，故 A 错误；根据 $E_{KM} = h\nu - W_0$ 知最大初动能与入射光频率有关，故 B 正确；反向电压小于反向遏止电压时仍会有光电流，故 C 错误；正向电压增加，电流会达到饱和电流，因此光电流强度不会一直增加，故 D 错误

16. 如图，细绳一端固定于悬挂点 O，另一端系一小球。在悬挂点正下方 A 点处钉一个钉子。小球从 B 点由静止释放，摆到最低点 C 的时间为 t_1 ，从 C 点向右摆到最高点的时间为 t_2 。摆动过程中，如果摆角始终小于 5° ，不计空气阻力。下列说法正确的是

- A. $t_1 = t_2$ ，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率变小
- B. $t_1 > t_2$ ，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率变小
- C. $t_1 > t_2$ ，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率不变
- D. $t_1 = t_2$ ，摆线碰钉子的瞬间，小球的速率不变

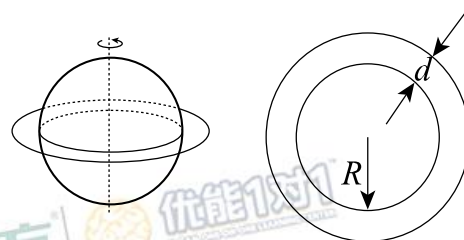


【答案】C

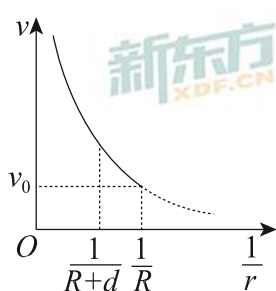
【解析】根据单摆周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ，过钉子后摆长 l 减小，因此 T 减小， t 减小，

$t_1 > t_2$ ；碰钉子瞬间，小球的速率不变，故 C 正确

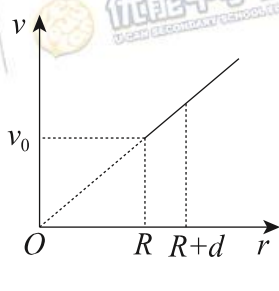
17. 某行星外围有一圈厚度为 d 的光带，简化为如图甲所示模型， R 为该行星除光带以外的半径。现不知光带是该行星的组成部分还是环绕该行星的卫星群，当光带上的点绕行星中心的运动速度 v ，与它到行星中心的距离 r ，满足下列哪个选项表示的图像关系时，才能确定该光带是卫星群



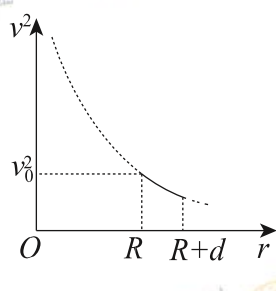
的图像关系时，才能确定该光带是卫星群



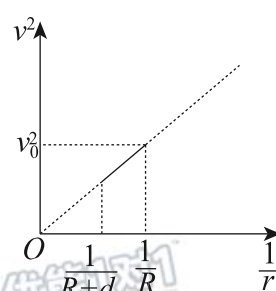
A



B



C



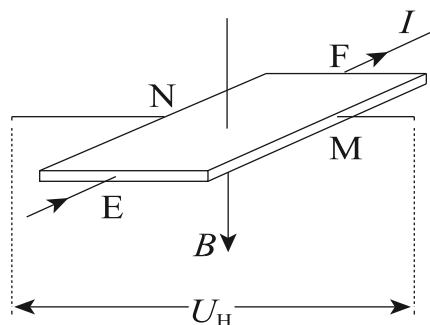
D

【答案】D

【解析】若为卫星群，根据万有引力充当向心力得： $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ ，解得

$v^2 = \frac{GM}{r}$ ，因此 $v^2 \propto \frac{1}{r}$ ，故 D 正确

18. 霍尔元件是能够把磁感应强度这个磁学量转换为电压这个电学量的电学元件。其结构和原理如图所示，在一个很小的矩形半导体薄片上，制作四个电极 E 、 F 、 M 、 N ，它就成了一个霍尔元件。在 E 、 F 间通入恒定的电流 I ，同时外加与薄片垂直的磁场 B ，则薄片中的载流子就在洛伦兹力的作用下，向着与电流和磁场都垂直的方向漂移，使 M 、 N 间出现了电压，称为霍尔电压 U_H 。当磁场方向和电流方向如图所示时，关于 M 、 N 极板电势的高低，下列说法正确的是



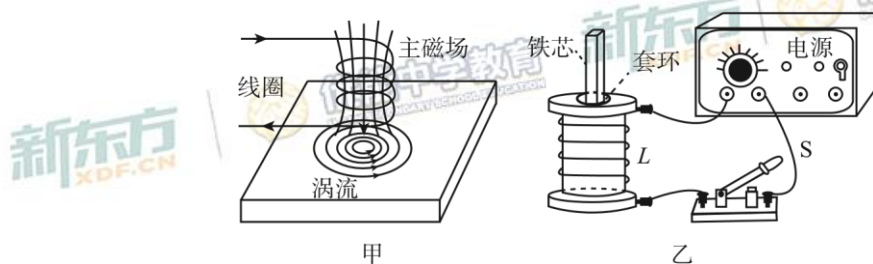
A. 不管载流子带电性质如何，电极 N 的电势一定高于电极 M

- B. 不管载流子带电性质如何，电极 N 的电势一定低于电极 M
- C. 只有当载流子为负电荷时，电极 M 的电势才高于电极 N
- D. 只有当载流子为正电荷时，电极 M 的电势才高于电极 N

【答案】C

【解析】载流子是正电荷时，电极 N 的电势高于电极 M；载流子是负电荷时，电极 M 的电势高于电极 N。故 C 正确

19. 图甲所示是工业上探测物件表面层内部是否存在缺陷的涡流探伤技术的原理图。其原理是用通电线圈使物件内产生涡电流，借助探测线圈测定涡电流的改变，从而获得物件内部是否断裂及位置的信息。如图乙所示的是一个带铁芯的线圈 L、开关 S 和电源用导线连接起来的跳环实验装置，将一个套环置于线圈 L 上且使铁芯穿过其中，闭合开关 S 的瞬间，套环将立刻跳起。对以上两个实例的理解正确的是



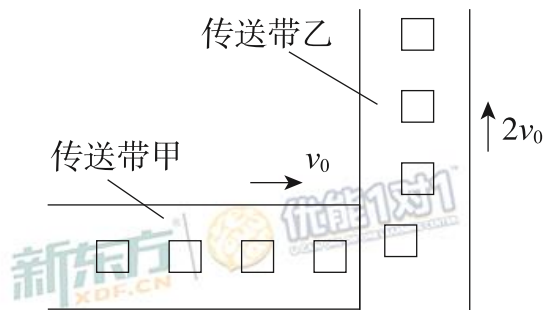
- A. 涡流探伤技术运用了电流的热效应，跳环实验演示了自感现象
- B. 能被探测的物件和实验所用的套环必须是导电材料
- C. 以上两个实例中的线圈所连接的电源都必须是交流电源
- D. 以上两个实例中的线圈所连接的电源也可以都是稳恒电源

【答案】B

【解析】涡流探伤利用的是电磁感应现象，跳环实验为互感实验，故 A 错，甲实验需用交变电流，乙实验用稳恒电流，故 CD 错误；两个实验均为感应电流，故必须用导电材料，故 B 正确

20. 如图所示,生产车间有两个相互垂直且等高的水平传送带甲和乙,甲的速率为 v_0 ,乙的速率为 $2v_0$,两者方向互相垂直。小工件(看作质点)离开甲前与甲的速度相同,并平稳地传到乙上,工件与甲、乙之间的动摩擦因数相同,乙的宽度足够大。工件与乙有相对运动的过程中,下列说法正确的是

- A. 摩擦力的大小逐渐减小
- B. 摩擦力的大小逐渐增加
- C. 摩擦力的方向是变化的
- D. 摩擦力的方向始终不变



【答案】D

【解析】此过程为滑动摩擦力, $f = \mu N$, 大小不变, 物块的初速度确定, 传送带的速度确定, 相对速度方向确定, 故摩擦力与相对运动方向相反, 方向不变, 故答案为 D

第二部分（非选择题 共 72 分）

21. 实验题（18 分）

为了描绘小灯泡的伏安特性曲线，提供以下实验器材：

小灯泡 L(额定电压 3.8 V，额定电流 0.32 A)

电压表 V(量程 3 V，内阻 3 k Ω)

电流表 A(量程 0.5 A，内阻约 0.5 Ω)

电阻箱 R_0 (0~9999.9 Ω)

滑动变阻器 R_1 (阻值 0~5 Ω ，2A)

滑动变阻器 R_2 (阻值 0~200 Ω ，1A)

学生电源 E (电动势 4 V，内阻不计)

开关 S 及导线若干。



(1) 关于控制电路中滑动变阻器的连接方法，应选择_____

A. 分压式连接

B. 限流式连接

(2) 为了减小系统误差，关于测量电路中电压表和电流表的连接方式，应选择_____

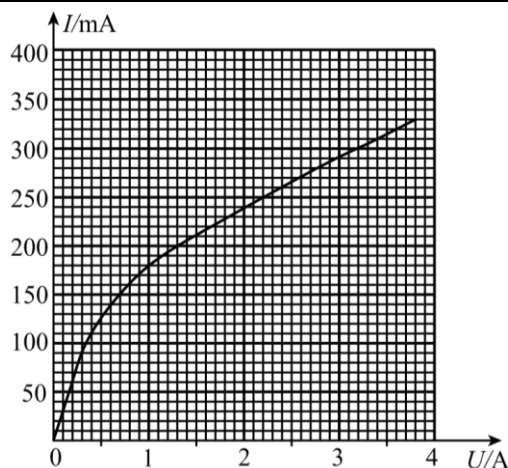
A. 安培表内接法

B. 安培表外接法

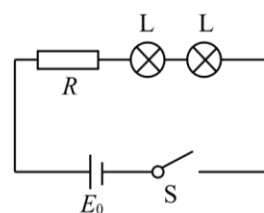
(3) 实验提供的电压表量程小于小灯泡的额定电压，需要把电压表的量程扩大到 4V，改装电压表时，应将电阻箱阻值调至_____ Ω ，并与题中所给电压表_____。(选填“串联”或“并联”)

(4) 请在方框中画出该实验的电路图。

(5) 为操作方便，实验中滑动变阻器应选择_____ (选填 R_1 或 R_2)。你的选择理由是_____。



图a



图b

(6) 实验中得到小灯泡的伏安特性曲线如下图 a 所示, 由实验曲线可知, 随着电压的增加小灯泡的电阻_____ (填“增大”“不变”或“减小”)

(7) 现将与题中完全相同的两个小灯泡与另一电源 E_0 (电动势 4 V, 内阻 1Ω) 和一阻值为 9Ω 的定值电阻连接成如图 b 所示电路。此电路中每个小灯泡的两端的实际电压为_____V (结果保留两位有效数字)。

【答案】(1) A (2分) (2) B (2分)

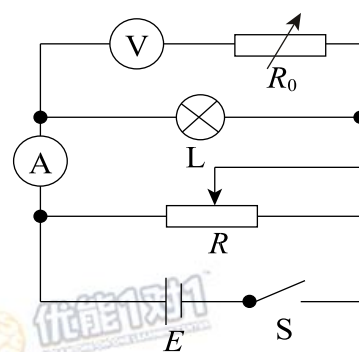
(3) 1000.0 (2分) 串联 (2分)

(4) 如右图示 (2分)

(5) R_1 (2分); 选择 R_1 时, 移动滑片, 小灯泡两端的电压示数变化比较均匀 (线性关系较好) (2分)

(6) 增大; (2分)

(7) 1.1V (2分)



【解析】(1) 小灯泡的伏安特性曲线电压和电流从零开始变化, 所以滑动变阻器应选择分压式接法

(2) 由于小灯泡电阻较小, 为减小实验误差, 安培表应该外接

(3) 扩大电压表量程, 需要串联电阻, 串联电阻 $R_x = \frac{U - U_V}{\frac{U_V}{R_V}} = 1000\Omega$

(4) 见答案图

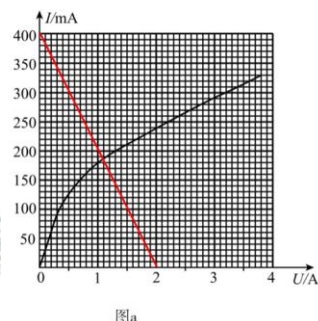
(5) 滑动变阻器分压接法时，滑动电阻器 R 越小，移动滑片，小灯泡两端电压变化越均匀，故选 R_1

(6) 由图像可知，随着电压增加， $\frac{U}{I}$ 也增加，故 $R_L = \frac{U}{I}$ 增加

(7) 设小灯泡电压为 U ，电流为 I ，此电路中符合

$E = 2U + IR + Ir$ 即 $I = 0.4 - 0.2U$ ，将此直线画到原图像中，如

右图所示，则交点的电压即为工作电压 1.1V



22. (16 分) 我国自行研制、具有完全自主知识产权的新一代大型喷气式客机 C919 首飞成功后，拉开了全面试验试飞的新征程，飞机在水平跑道上的滑跑可视作初速度为零的匀加速直线运动，当位移 $x=1.6 \times 10^3 \text{ m}$ 时才能达到起飞所要求的速度 $v=80 \text{ m/s}$ 。已知飞机质量 $m=7.0 \times 10^4 \text{ kg}$ ，滑跑时受到的阻力为自身重力的 0.1 倍，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，求飞机滑跑过程中

- (1) 飞机的加速度 a 的大小；
- (2) 飞机受到平均牵引力的大小；
- (3) 飞机受到牵引力的平均功率 P 。



【答案】 (1) $a = 2 \text{ m/s}^2$ (2) $F = 2.1 \times 10^5 \text{ N}$ (3) $P = 8.4 \times 10^6 \text{ W}$

【解析】 (1) (4 分) 飞机滑跑过程中做初速度为零的匀加速直线运动，有 $v^2 = 2ax$ ，

解得 $a = 2 \text{ m/s}^2$

(2) (6 分) 设飞机滑跑受到的阻力为 $F_{\text{阻}}$ ，根据题意可得 $F_{\text{阻}} = 0.1mg$

设发动机的牵引力为 F ，根据牛顿第二定律有 $F - F_{\text{阻}} = ma$ ；

解得 $F = 2.1 \times 10^5 N$

(3) (6分) 设飞机滑跑过程中的平均速度为 v' ，有 $v' = \frac{v}{2}$

在滑跑阶段，牵引力的平均功率 $P = Fv'$

解得 $P = 8.4 \times 10^6 W$

23. (18分) 直流电动机是常见的用电器，其原理可简化为如图所示的情景。在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中，直流电源与间距为 L 的两根足够长的光滑平行金属轨道 MN、PQ 连接，整个装置固定在水平面内，导轨电阻不计。质量为 m_0 的金属导体棒 ab 垂直放在轨道上，且与轨道接触良好。电源电动势为 E ，内阻为 r ，导体棒 ab 电阻为 R 。闭合开关，导体棒 ab 从静止开始向右运动，并通过光滑定滑轮提升质量为 m 的重物。

(1) 求闭合开关的瞬间，导体棒受到的安培力；

(2) 导体棒 ab 切割磁感线运动时会产生感应电动势，该电动势总是削弱电源电动势的作用，因此称为反电动势，其大小可以表示为 $E_{\text{反}} = BLv$ 。

请选取匀速提升重物的过程，结合能量转化与守恒定律证明：电路中的电流

$$I = \frac{E - E_{\text{反}}}{R + r} ;$$

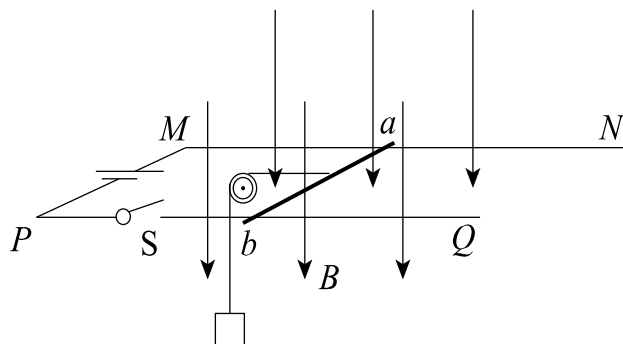
(3) 重物从静止开始向上提升，当重物提升高度为 h 时，导体棒速率为 v ，计算此过程安培力做的总功。

【答案】(1) $F = \frac{BEL}{R + r}$

方向:平行导轨向右

(2) 见解析

(3) $W_{\text{安}} = \frac{1}{2} m_0 v^2 + \frac{1}{2} m v^2 + mgh$



【解析】(1) (6分) 开关闭合瞬间重物的加速度最大

$$\text{此时, } E = I(R + r)$$

$$F = BIL = \frac{BEL}{R + r}$$

方向: 平行导轨向右

(2) (6分) 匀速运动时, 任取一段时间, 由能量转化关系得:

$$EIt = \Delta E_{\text{机}} + I^2(R + r)t$$

$$\Delta E_{\text{机}} = F_{\text{安}}vt$$

$$\text{因为 } F_{\text{安}} = BIL$$

$$\text{所以 } EIt = BILvt + I^2(R + r)t$$

$$\text{即: } I = \frac{E - BLv}{R + r}$$

$$\text{因为 } E_{\text{反}} = BLv$$

$$\text{所以 } I = \frac{E - E_{\text{反}}}{R + r}$$

$$(3) (6分) \text{ 对 ab 棒, } W_{\text{安}} - W_{\text{拉}} = \frac{1}{2}m_0v^2$$

$$\text{对重物, } W_{\text{拉}} - mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{解得: } W_{\text{安}} = \frac{1}{2}m_0v^2 + \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

24. (20分) 能量守恒定律和动量守恒定律是自然界最普遍、最基本的规律, 它为我们解决许多实际问题提供了依据。

如图所示, 在光滑的水平面上, 静止放置质量为 $2m$ 的滑块 B, 其左侧面固定一轻质弹簧, 现有一质量为 m 的滑块 A, 以初速 v_0 正对 B 向右运动, 在此后的运动过程中, AB 始终在同一直线上运动。

(1) 求弹簧压缩量最大时 B 的速率 v ;

(2) 求滑块 B 的最大速率 v_B ;

(3) 若在滑块 B 的右侧某处固定一弹性挡板 C, 挡板的位置不同, B 与 C 相碰时的速度不同。已知 B 滑块与 C 碰撞时间极短, B 与 C 碰后速度立刻等大反向, B 与 C 碰撞的过程中, 可认为 A 的速度保持不变。B 与挡板相碰后立即撤去挡板 C。此后运动过程中, AB 系统的弹性势能的最大值为 E_{Pm} , 挡板位置不同, E_{Pm} 的数值不同, 求 E_{Pm} 的最小值。



【答案】(1) $v = \frac{1}{3}v_0$

(2) $v_B = \frac{2}{3}v_0$

(3) $(E_{Pm})_{\min} = \frac{1}{27}mv_0^2$

【解析】(1) (6分) AB 速度相同时, 弹性势能最大, 由动量守恒得:

$$mv_0 = 3mv$$

所以: $v = \frac{1}{3}v_0$

(2) (6分) 弹簧恢复原长时, B 的速度最大

根据动量守恒: $mv_0 = mv_A + 2mv_B$

根据能量守恒: $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \cdot 2mv_B^2$

解得: $v_B = \frac{2m}{2m+m}v_0 = \frac{2}{3}v_0$

(3) (8分) B 与挡板碰后过程中, 当 AB 共速时弹性势能最大, 整个过程机械能守

$$\text{恒 } E_{Pm} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{3}{2}mv_{\text{共}}'^2$$

当 $v_{\text{共}}'$ 最大时, E_{Pm} 最小。

设 B、C 碰撞前瞬间, A、B 的速度分别为 v_A' 、 v_B'

根据动量守恒得： $mv_0 = mv'_A + 2mv'_B$

BC 碰后至 AB 再次共速过程，对 AB 系统： $mv'_A - 2mv'_B = 3mv'_{共}$

当弹簧恢复原长时，A 的速度向左最大，B 的速度向右最大，且 B 的动量 $P_m = 2mv_B > mv_0$ ，此时 B 与挡板碰撞后，AB 速度均向左，总动量向左最大。

由第 (2) 问可知： $v'_A = -\frac{1}{3}v_0$ ， $v'_B = \frac{2}{3}v_0$

再由 $mv'_A - 2mv'_B = 3mv'_{共}$ 得 $v'_{共} = -\frac{5}{9}v_0$

所以 $(E_{Pm})_{\min} = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{3}{2}mv_{共}^2 = \frac{1}{27}mv_0^2$