بِسْمِ اللهِ الرَّحْمَانِ الرَّحِيمِ

أعمال موجّهة في مقياس الإشعاع و الطاقة

أستاذ المقياس: اللبي عبد القادر

جَامِعة الشَّهيدحَمَّه لخضر – الوادِي

الموسم الجامعي 2020-2021

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي
كلية العلوم الدقيقة
قسم الفيزياء

السلسلة الأولى

سنة ثانية ماستر فيزياء
مقياس إشعاع و طاقة
2021-2020

التمرين الأول:

نعتبر مصباح فلوريسنت استطاعته P تساوي $10W$ و شدّته الضوئية $35cd$ ثابتة في جميع الاتّجاهات. المطلوب هو حساب التدفق الضوئي و الكفاءة الضوئية للمصباح.

التمرين الثاني:

أحسب الاستنارة E لسطح يوجد على بعد $120cm$ من مصباح شدته الضوئية تساوي $72cd$:

1- عندما يكون التدفق عمودي على السطح.

2- عندما يكون ناظم السطح يصنع زاوية $30°$ مع الأشعة الضوئية.

التمرين الثالث:

أوجد الشدة الضوئية الثابتة في جميع الاتّجاهات لمصباح استطاعته P تساوي $200W$ و كفاءته K تساوي $180lm/W$.

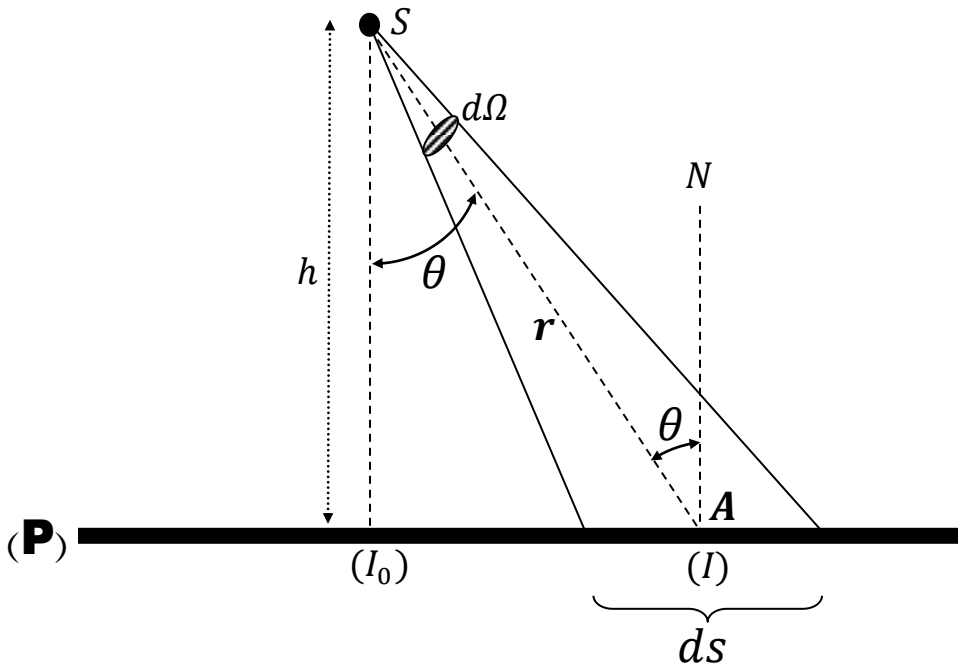
التمرين الرابع:

نعتبر أنّه لقراءة كتاب يتطلب إضاءة قدرها $50\ lux$، لذلك تم استخدام مصباح شدته الضوئية تساوي $100cd$.

أحسب في هذه الحالة البعد اللازم للمصباح عن الكتاب.

التمرين الخامس:

نعتبر مصدر ضوئي S يضيء مكان عمل مستوٍ و أفقي(**P**). مؤشر الانبعاث لهذا المصدر هو الشدة الضوئية I في الاتّجاه SA كما هو موضح في الشكل، حيث: $I = I_0\, cos\theta$ علما أن I_0 تمثل الشدة الضوئية في الاتّجاه الشاقولي المار بـ S.



1- أثبت أن الاستنارة E_A في النقطة A تساوي $\frac{I_0\, cos^4\theta}{h^2}$.

2- أحسب I_0 إذا كانت الاستنارة في النقطة A تساوي $200\, lux$ حيث يؤخذ h يساوي $1.5m$ و θ تساوي $25°$.

3- أثبت أن التدفق الكلي المنبعث نحو (**P**) من طرف المصدر الضوئي S يعطى بالعبارة الآتية: $\Phi = \pi\, I$ و ذلك بأخذ عبارة الزاوية الصلبة العنصرية الآتية:

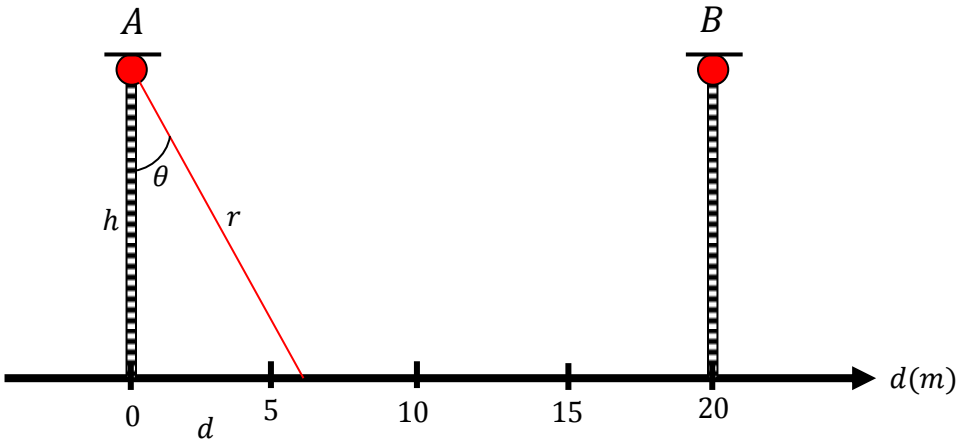
$$d\Omega = 2\pi\, sin\theta\, d\theta$$

4- اختر من الجدول المبين أدناه المصباح المناسب الذي يسمح بالحصول على الإنارة المرغوب فيها، نأخذ نفس شروط الاستعمال و مؤشر الانبعاث الخاص بـ S.

مصباح الهالوجين		مصباح متوهّج	
$\Phi(lm)$	$P(W)$	$\Phi(lm)$	$P(W)$
2100	100	970	75
6300	300	1390	100
10500	500	2000	150

التمرين السادس:

نعتبر تركيبة إضاءة عمومية تتكون من أعمدة إنارة مصطفّة على طول الرصيف. نريد دراسة الإضاءة بين عمودين يحويان مصباحين A و B على التوالي، ارتفاع المصباحين على سطح الأرض هو h يساوي $5m$ و المسافة الفاصلة بينهما هي $20m$ كما هو موضح في الشكل.



كل مصباح يصدر تدفق ضوئي قدره $6.9 \cdot 10^3 lm$ في نصف الفضاء بزاوية صلبة قدرها $2\pi\ sr$ مع كفاءة ضوئية قدرها $69\ lm/W$. علما أن الشدة الضوئية المشعّة هي نفسها في جميع اتّجاهات نصف الفضاء المذكور سابقا.

I. نعتبر أن المصباح A هو الوحيد الذي يشتغل:

1. أحسب:

أ. الإستطاعة الكهربائية المستهلكة من طرف هذا المصباح.

ب. الشدة الضوئية داخل نصف الفضاء الذي زاويته $\Omega = 2\pi\ sr$.

ت. الاستنارة عند الشاقول المار بالمصباح.

2. نريد دراسة الإضاءة على طول الرصيف، على بعد d من النقطة O الموجودة على الأرض عند الشاقول المار بالمصباح A.

أ. عبّر عن الاستنارة E بدلالة الارتفاع h و البعد d و الشدة I.

ب. أحسب قيم E من أجل d تساوي 0، 5، 10، 15 و $20m$، ثم أرسم المنحنى $E = f_1(d)$.

II. نعتبر الآن أن المصباح B هو الوحيد الذي يشتغل:

بنفس الطريقة و على نفس الوثيقة أرسم منحنى تغير الاستنارة $E = f_2(d)$ الناتجة عن المصباح B.

III. نعتبر الآن أن المصباحين A و B يشتغلان معا:

1. أرسم على نفس الوثيقة السابقة منحنى تغير الاستنارة $E = f(d)$ الناتجة عن المصباحين A و B معا.

2. ما هي أصغر قيمة للاستنارة و ما هي قيمة d التي توافقها.

التمرين الأول:

لتسخين غرفة، تم استخدام جهاز تدفئة أسطواني الشكل قطره $2.5\ cm$ و طوله $60\ cm$، باعتبار أن هذا الجهاز يشع عبر سطحه الجانبي مثل الجسم الأسود و يبث بتدفق إشعاعي قدره $1.5\ kW$.

1- أحسب درجة حرارة جهاز التدفئة.

2- أحسب الطول الموجي الذي من أجله تكون الانبعاثية عظمى.

3- كم تصبح درجة حرارته من أجل أن يكون هذا الطول الموجي يساوي $2.3\ \mu m$.

4- كم يصبح إذن التدفق الإشعاعي في هذه الحالة.

التمرين الثاني:

نعتبر مصباح متوهّج $(220V/75W)$، يتكوّن من فتيلة التنجستن موضوعة في مركز أنبوبة زجاجية كروية الشكل مفرّغة من الهواء.

لكي يكون الضوء أبيض بدرجة كافية يجب أن تكون درجة حرارة الفتيلة تساوي $2500K$. أحسب في هذه الحالة قطر و طول سلك التنجستن إذا كان معامل الانبعاثية الكلي للتنجستن يساوي 0.3 و مقاومية التنجستن تساوي $\rho = 88\ \mu\Omega\ cm$.

التمرين الثالث:

نعتبر قرص موضوع في الفراغ بحيث يكون سطحه عمودي على أشعة الشمس.

1- نفرض أن وجهي القرص يتصرفان كجسم أسود. أحد الوجهين يستقبل إشعاع شمسي قدره $2.44\,10^3\ W/m^2$، أحسب في هذه الحالة درجة حرارة القرص.

2- نعتبر أن الوجه الغير معرّض لأشعة الشمس غير باث. أحسب من جديد في هذه الحالة درجة حرارة القرص.

التمرين الرابع:

نعتبر قمر صناعي كروي الشكل سطحه يبث إشعاعا نتيجة لدرجة حرارته في جميع الاتّجاهات و يخضع لقانون لامبير (نعتبره جسم أسود).

1- في الفراغ و عند ارتفاع معين أين تكون الاستنارة الطاقوية الناتجة عن الشمس مساوية لـ $1400\ W/m^2$، في هذه الحالة أوجد درجة حرارته.

2- على مستوى سطح الأرض القمر الصناعي يستقبل استنارة طاقوية قدرها $700\ W/m^2$، و باعتبار أن درجة حرارة الجو تساوي $17°C$. في هذه الحالة أوجد درجة حرارته عند التوازن و ذلك باهمال كل التبادلات الحرارية بالتوصيل أو بالحمل.

التمرين الخامس:

نعتبر مقطر شمسي يحوي صفيحة زجاجية طولها $2m$ و عرضها $2m$ معرضة لأشعة الشمس بحيث تستقبل استنارة طاقوية قدرها $490\ W/m^2$. المطلوب حساب:

1- التدفق الوارد على السطح الكلي للصفيحة الزجاجية.

2- التدفق النافذ عبر الصفيحة الزجاجية.

يعطى معامل امتصاص الزجاج $\alpha = 0.2$، و يعطى معامل انعكاس الزجاج $\rho = 0.3$.

التمرين السادس:

نعتبر لاقط شمسي يتكون من صفيحة (**P**) مساحتها S، بحيث وجهها العلوي يشبه الجسم الأسود و هو عمودي على أشعة الشمس و يستقبل استنارة طاقوية قدرها $E = 820\ W/m^2$، الوجه الداخلي للصفيحة (**P**) الغير أسود لا يتبادل الإشعاع مع الوسط الخارجي.

1- أحسب درجة حرارة الصفيحة T_0 عند التوازن الإشعاعي.

2- نضع بين الوجه الأسود للصفيحة (**P**) و الإشعاع الشمسي صفيحة زجاجية (**v**) شفافة تقريبا للإشعاع الشمسي و ماصّة تقريبا للإشعاع ما تحت الأحمر الناتج عن الصفيحة (**P**)، بحيث الصفيحتين (**P**) و (**v**) متوازيتان. كما نقبل بأن هذه الصفيحة الزجاجية (**v**) تشع مثل الجسم الأسود. عند التوازن الإشعاعي، أحسب بدلالة T_0 ثم عدديا درجة الحرارة الجديدة T_1 للصفيحة (**P**) و درجة الحرارة T_V للصفيحة الزجاجية.

3- نضع الآن، بين الصفيحة (**P**) و الإشعاع الشمسي صفيحتين زجاجيتين 1 و 2 مماثلتين للصفيحة الزجاجية (**v**)، أحسب عند التوازن الإشعاعي بدلالة T_0 ثم عدديا درجات الحرارة T'_V للصفيحة الزجاجية 1 الأقرب للشمس و T''_V للصفيحة الزجاجية 2 و درجة الحرارة للصفيحة (**P**).

4- عبّر عند التوازن بدلالة T_0 و ρ عن درجة الحرارة T'_2 للصفيحة (**P**) بوجود الصفيحتين 1 و 2، حيث نأخذ بعين الاعتبار معامل الانعكاس ρ للصفيحتين 1 و 2 للإشعاع الشمسي. تقاس T'_2 حيث $T'_2 = 440K$، استنتج قيمة معامل الانعكاس ρ.

يعطى ثابت ستيفان-بولتزمان: $\sigma = 5.72\ 10^{-8}\ W/(m^2\ K^4)$

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي
كلية العلوم الدقيقة
قسم الفيزياء

السلسلة الثالثة

سنة ثانية ماستر فيزياء
مقياس إشعاع و طاقة
2021-2020

التمرين الأول:

نعتبر أن معامل النفاذية لصفيحة زجاجية يساوي 0.98 في المجال الذي يوجد بين $2.5\mu m$ و $0.35\mu m$، بينما تكون هذه الصفيحة معتمة و غير شفافة لأطوال الموجات الأخرى.

- أحسب النسبة المؤوية للطاقة الشمسية التي تنفذ من خلال هذه الصفيحة الزجاجية بحيث نعتبر الشمس جسم أسود درجة حرارته $T_s = 5800K$.

التمرين الثاني:

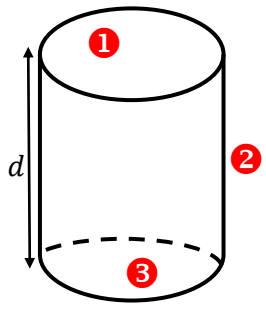
نعتبر أنه يوجد قرص صغير الأبعاد S_1 موازيا لقرص آخر S_2 كبير الأبعاد نصف قطره R، المسافة بين مركزهما L. أوجد عبارة معامل الشكل F_{12}.

التمرين الثالث:

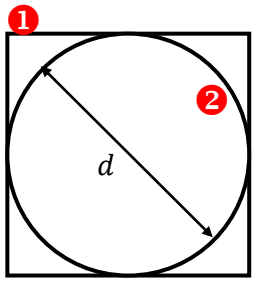
نعتبر أنه توجد كرة نصف قطرها R_1 موضوعة داخل كرة أخرى نصف قطرها R_2 بحيث لهما نفس المركز و $R_2 = 2R_1$. أحسب مختلف معاملات الشكل F_{ij}.

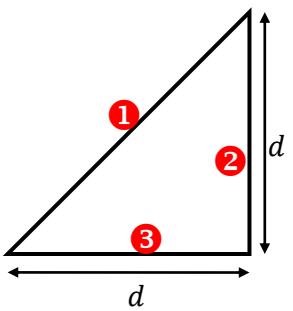
التمرين الرابع:

أحسب معاملات الشكل F_{ij} بين مختلف الأسطح المبينة في الأشكال الآتية:



$F_{13} = 0.17$





التمرين الأول:

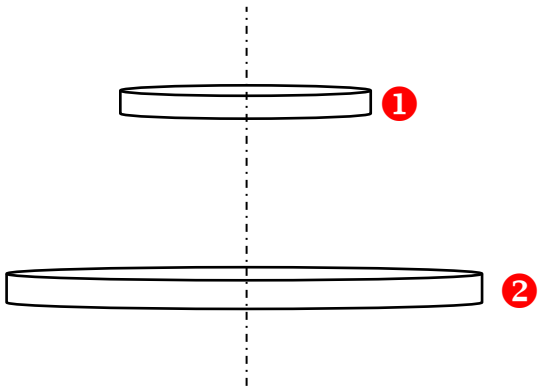
نعتبر أنه توجد صفيحتين كبيرتين مستويتين و متوازيتين عند الدرجتين $T_1 = 900K$ و $T_2 = 500K$ على التوالي، مساحة كل صفيحة تساوي $6m^2$.

- أحسب التدفق الصافي $\Phi_{12}(net)$ و ذلك باعتبار الصفيحتين كجسمين أسودين.

التمرين الثاني:

نعتبر قرصين متوازيين لهما نفس المحور تفصلهما مسافة قدرها $20cm$. نفرض أن القرصين يتصرفان كجسم أسود. كما هو موضح في الشكل، القرص السفلي نصف قطره $20cm$ عند الدرجة $450K$. القرص العلوي نصف قطره $10cm$ عند درجة حرارة ثابتة بيث تدفق إشعاعي صافي قدره $12.5W$ (تسخين بفعل جول).

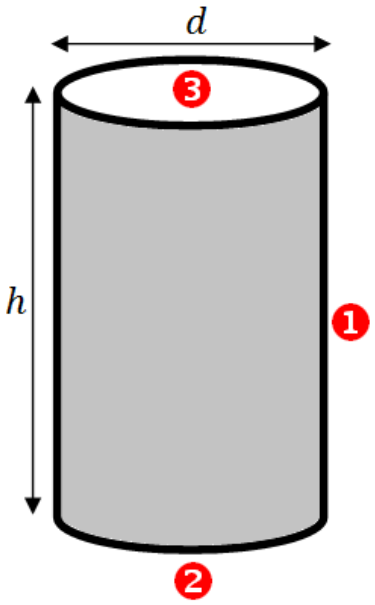
- أحسب درجة حرارة القرص العلوي علما أن درجة حرارة الوسط المحيط تساوي $300K$. يعطى $F_{12} = 0.47$.



التمرين الثالث:

الشكل المبين أدناه يمثل فرن أسطواني أبعاده $d = 0.4m$ و $h = 2d$. سطحه العلوي مفتوح نحو الخارج بحيث تعطى درجة حرارة الوسط المحيط $T_a = 300K$. نعتبر جدران الفرن تتصرف كأجسام سوداء. درجات حرارة الجدران تبقى عند درجة حرارة ثابتة بفعل جول (مقاومة كهربائية تلف حول الفرن). تعطى درجة حرارة القاعدة $T_2 = 1900K$ و درجة حرارة الجدار الجانبي $T_1 = 1500K$.

- أحسب التدفق الإشعاعي الصافي للفرن من خلال سطحه العلوي. يعطى $F_{23} = 0.055$.



التمرين الرابع:

نعتبر أنه توجد غلّاية بحيث تبث إشعاع حراري انطلاقا من سرير الوقود المحترق نحو الجدران الجانبية و نحو أنابيب الغلّاية في الأعلى. درجات حرارة الوقود و الأنابيب هي على التوالي T_1 و T_2 و مساحتيهما S_1 و S_2.

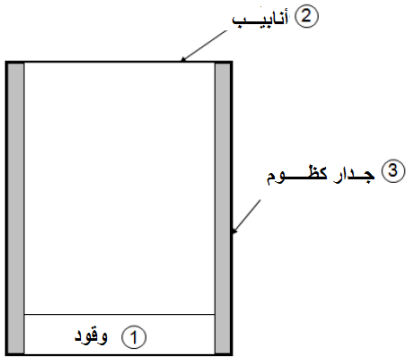
1- باعتبار الجدران الجانبية (و التي نشير إليها بالدليل 3) معزولة تماما، بيّن أنّ درجة حرارة الجدران الجانبية T_3 تعطى كالآتي:

$$T_3 = \left[\frac{S_1\, F_{13}\, T_1^4 + S_2\, F_{23}\, T_2^4}{S_2\, F_{23} + S_1\, F_{13}}\right]^{\frac{1}{4}}$$

2- أثبت أن التدفق الإشعاعي الصافي نحو الأنابيب هو:

$$\Phi_2 = \left[S_1\, F_{12} + \frac{S_1\, F_{13}\, S_2\, F_{23}}{S_2\, F_{23} + S_1\, F_{13}}\right]\sigma(T_1^4 - T_2^4)$$

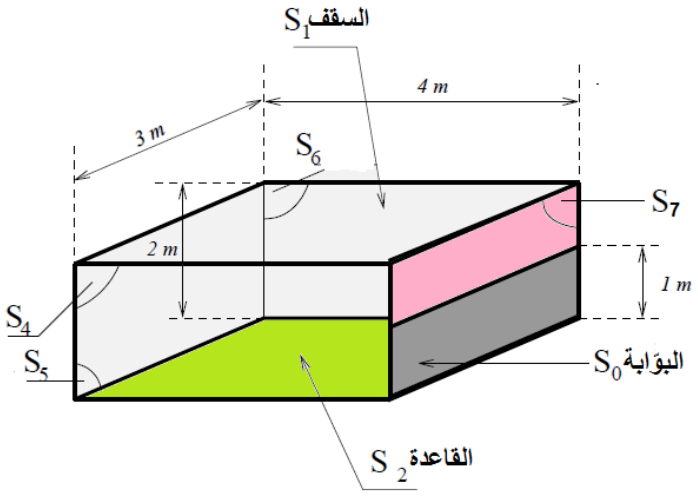
3- أحسب عدديا T_3 و Φ_2 و ذلك بأخذ: $T_1 = 1700°C$، $T_2 = 300°C$، $F_{12} =$
$S_1 = S_2 = 12m^2$، $F_{13} = F_{23} = 0.5$.



التمرين الخامس:

نعتبر فرن على شكل متوازي مستطيلات كما هو موضح في الشكل. السقف: S_1، القاعدة: S_2، السطوح الجانبية: S_3، نعتبرها كلها سطوح سوداء و في الدرجات T_1، T_2، و T_3 على التوالي حيث:

$$S_3 = S_4 + S_5 + S_6 + S_7$$



أحسب التدفق الإشعاعي الصافي للفرن من خلال البوّابة S_0 المفتوحة خلال التشغيل و التي نعتبرها مساحة سوداء في الدرجة T_0 للغرفة. يعطى: $T_0 = 300K$، $T_1 = 1200K$، $T_2 = 800K$، $T_3 = 1000K$، $F_{02} = 0.35$ ، $F_{15} = 0.135$، $F_{17} = 0.0875$.

التمرين السادس:

الشكل المبين أدناه يمثل غرفة تشكل حيّز مغلق يتكون من ثلاثة سطوح:

السقف: مساحته S_1: $S_1 = 6m^2$، $T_1 = 313K$.

الجدران الجانبية: S_2، $S_2 = 15m^2$، $T_2 = 293K$.

القاعدة أو الأرضية: مساحتها S_3، $S_3 = 8m^2$، بحيث $\Phi_3(net) = 0$.

1- أحسب جميع معاملا الشكل في هذه المسألة علما أن $F_{12} = 0.4$.

2- أحسب درجة حرارة الأرضية T_3 و ذلك باعتبار جميع السطوح تشع كجسم أسود.

3- استنتج قيم $\Phi_1(net)$ و $\Phi_2(net)$.

4- أعد حساب درجة حرارة الأرضية T_3 و ذلك باعتبار أن السطحين ❶ و ❷ يشعّان كجسم رمادي و السطح ❸ يشع كجسم أسود، بحيث يعطى: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0.05$.

5- استنتج إذن قيم $\Phi_1(net)$ و $\Phi_2(net)$ الجديدة.