

إشعاع الجسم الأسود



فيزياء

ثاني عشر

الوحدة الثالثة:

الموجات الكهرومغناطيسية

الفصل السادس:

التأثير الكهروضوئي

إعداد الأستاذة فاطمة الراشدي

مدرسة الكامل للتعليم الأساسي (٦-١٢)

العام الدراسي ٢٠٢١-٢٠٢٢ م

أبرز المصطلحات

- الجسم الأسود

الأهداف

٦-١٢

أ. شرح ظاهرة إشعاع الجسم الأسود
وصفياً.

تمهيد



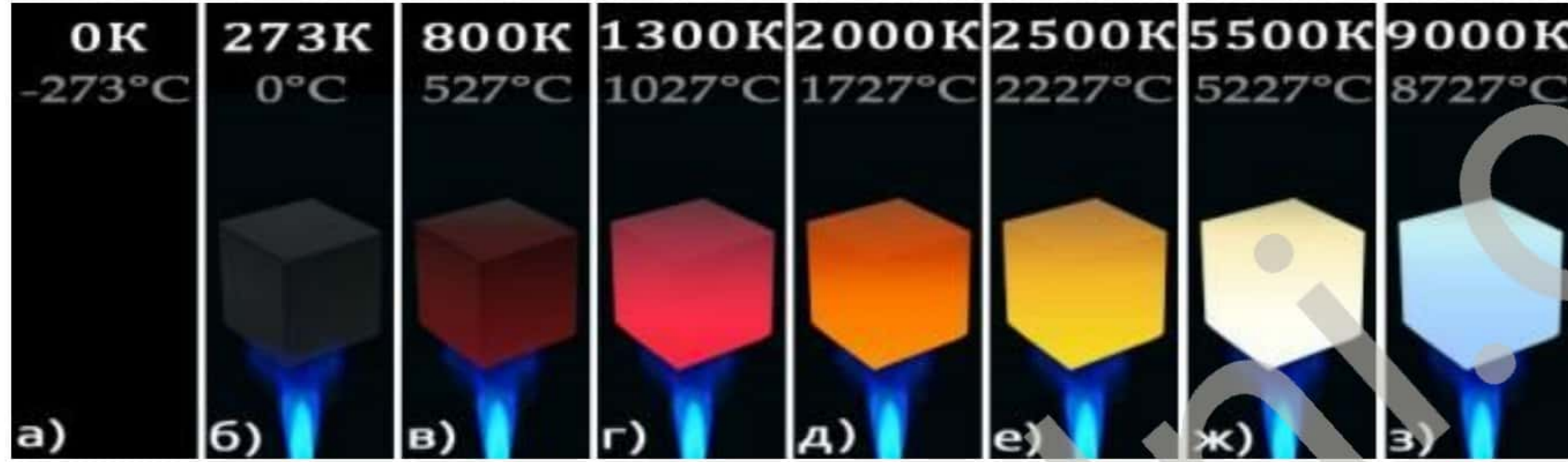
- عند تسخين قطعة فحم ماذا تلاحظ في مظهرها؟
- كيف تفسر ملاحظاتك؟



عندما تسخن الأجسام فإنها تشع موجات كهرومغناطيسية يعرف بالإشعاع الحراري.

الإشعاع الحراري

تدرج الألوان من الأحمر إلى الأزرق



الأبرد إلى الأسخن



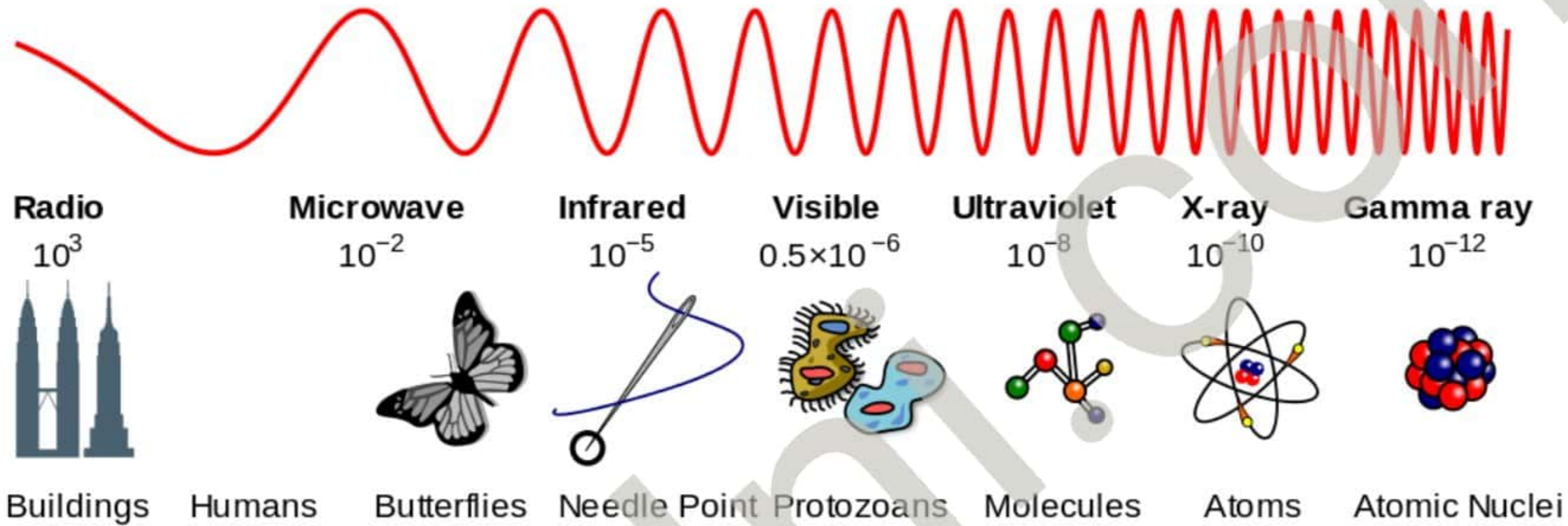
- الصورة التالية توضح قطعة معدنية تم تسخينها إلى درجات حرارة مختلفة، هل تبدو متوهجة بنفس اللون في جميع درجات الحرارة؟

- أي المصابيح التالية له درجة حرارة أعلى؟

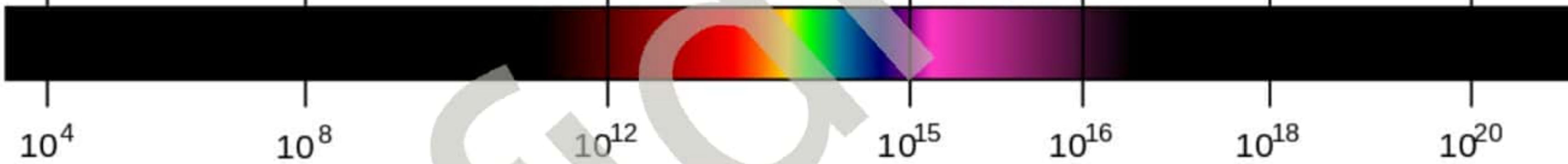
إن الألوان المنبعثة تعبر عن الإشعاع الحراري للأجسام المتوهجة وهو إشعاع كهرومغناطيسي ينبعث من جميع الأجسام الساخنة ($T > 0K$).

طيف الإشعاع الحراري

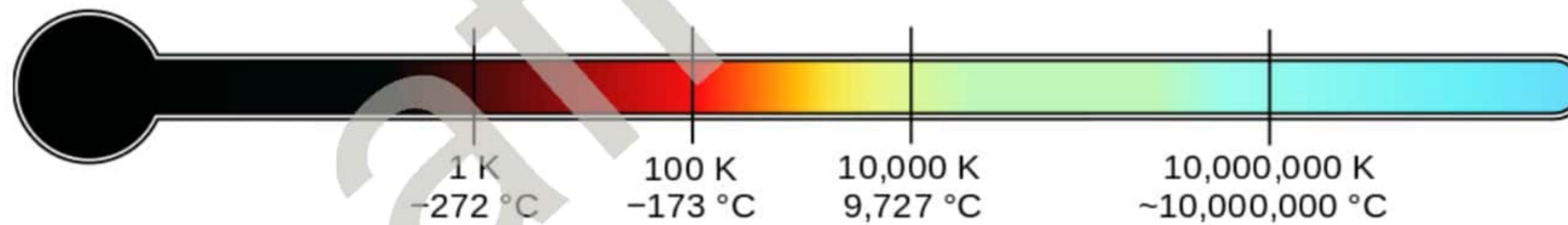
أنواع الإشعاع
الطول الموجي



التردد



درجة حرارة الاجسام
التي يكون فيها هذا
الإشعاع هو الطول
الموجي الأكثر كثافة.



كيف يبدو الجسم

معتم

متوهج بلون ذو طول موجي
معين حسب درجة حرارته

عندما تسخن
الأجسام فإنها تشع
موجات
كهرومغناطيسية،
هذا الإشعاع لديه
مدى محدد من
الطيف والشدة
والتي تعتمد فقط
على حرارة هذا
الجسم.

هل جميع الأجسام تشع بنفس المستوى ؟

- عند تسليط ضوء على الأجسام فإن الجسم يعكس ويمتص وينفذ الضوء الساقط عليه، لذا تنقسم الأجسام إلى ثلاث أنواع
- أي الأجسام الثلاث ترتفع درجة حرارته أكثر ولماذا؟
- أي الأجسام يعتبر مشع جيد؟

جسم عاكس

يعكس أغلب الأشعة الساقطة عليه

جسم ماص

يمتص أغلب الأشعة الساقطة عليه

جسم نافذ

ينفذ أغلب الأشعة الساقطة عليه

الجسم جيد الإشعاع هو جسم جيد الامتصاص

الجسم الأسود

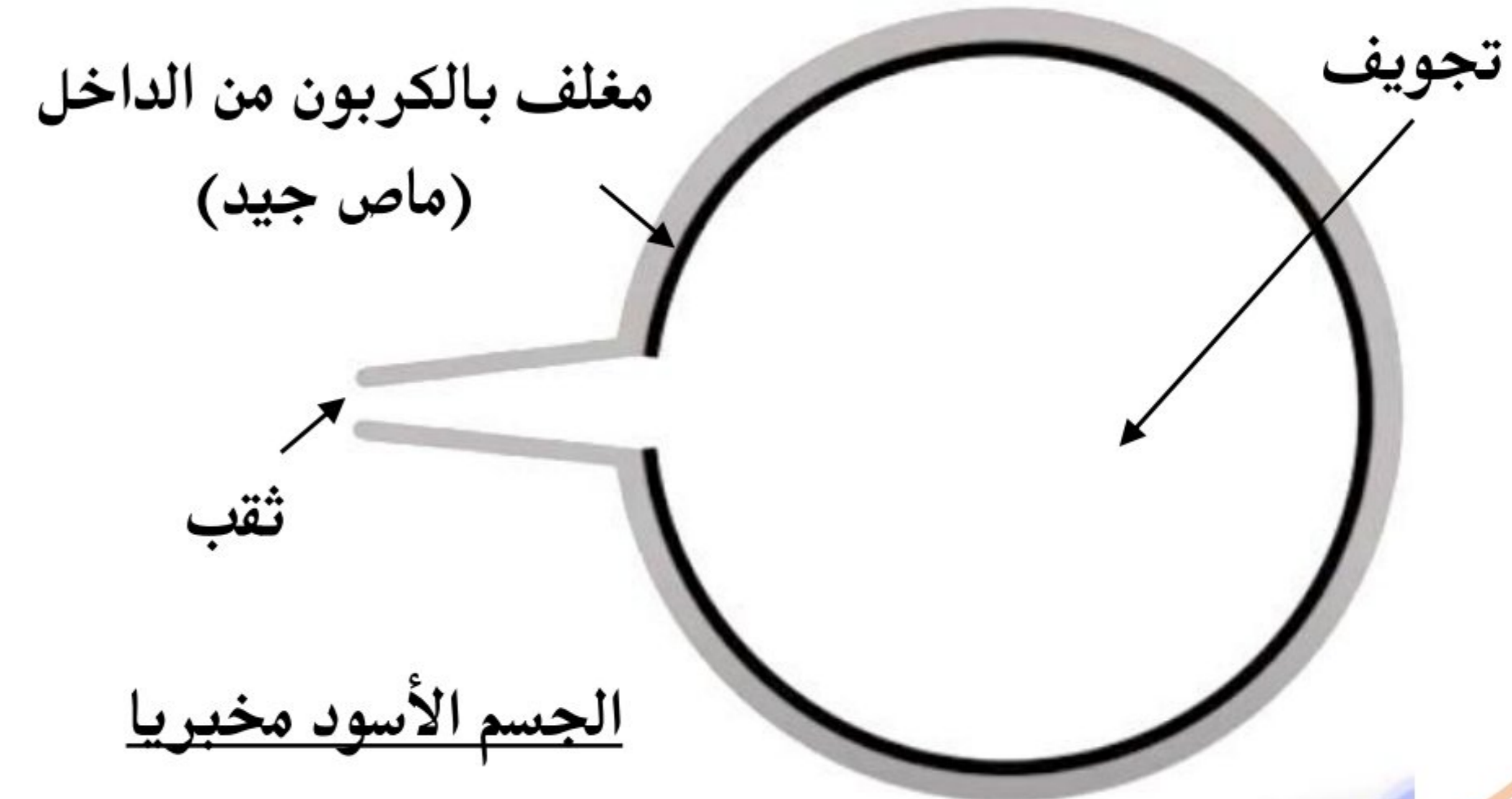
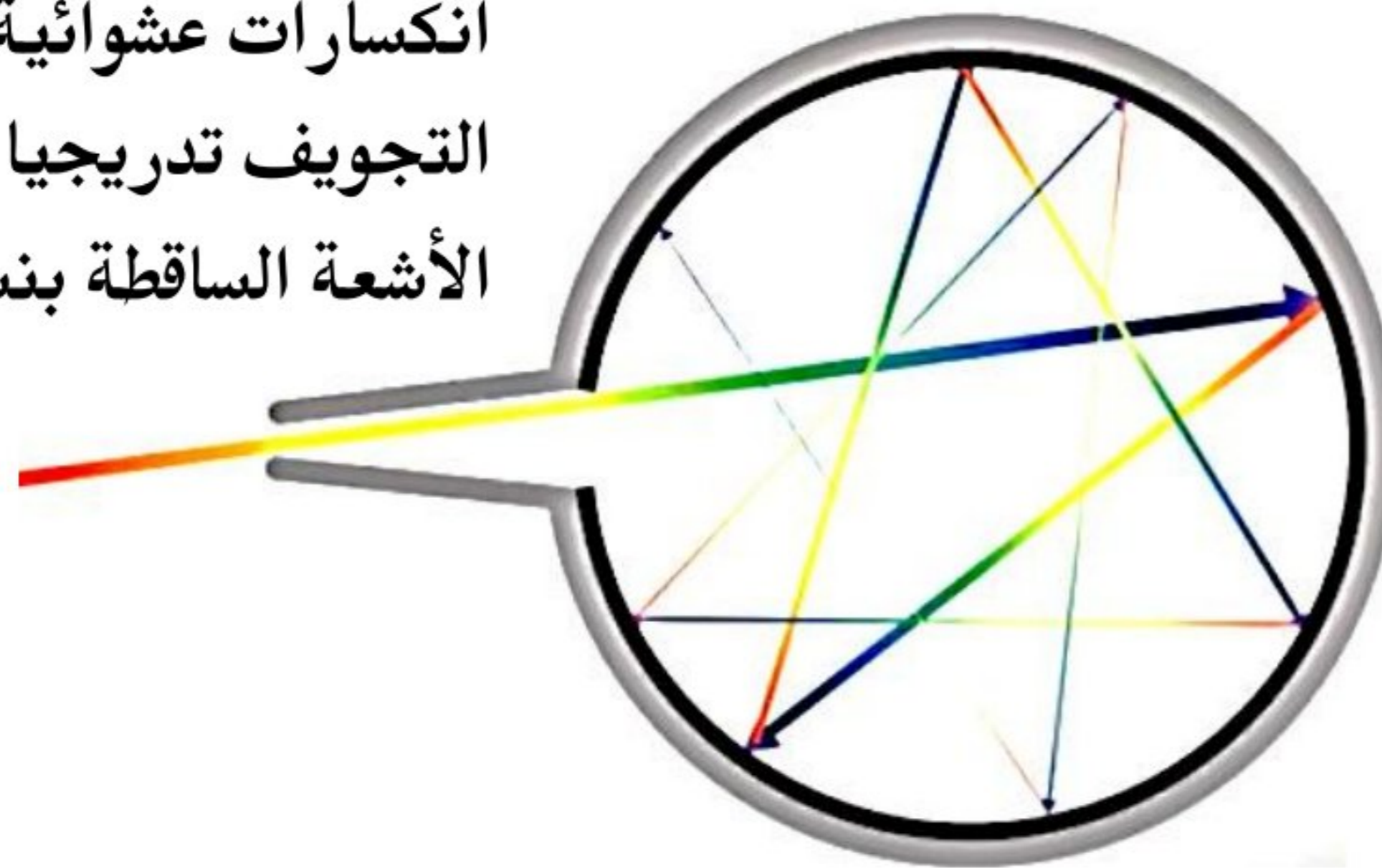
هو جسم يمتص (أو يشع) جميع الأشعة (جميع الأطوال الموجية) ولا يصدر منها شيء فيبدو للعين أسود لذلك سمي بالأسود . مثال على الجسم الأسود : الشمس جسم يشع جميع الأطوال الموجية

ما هو الجسم الأسود المثالي؟

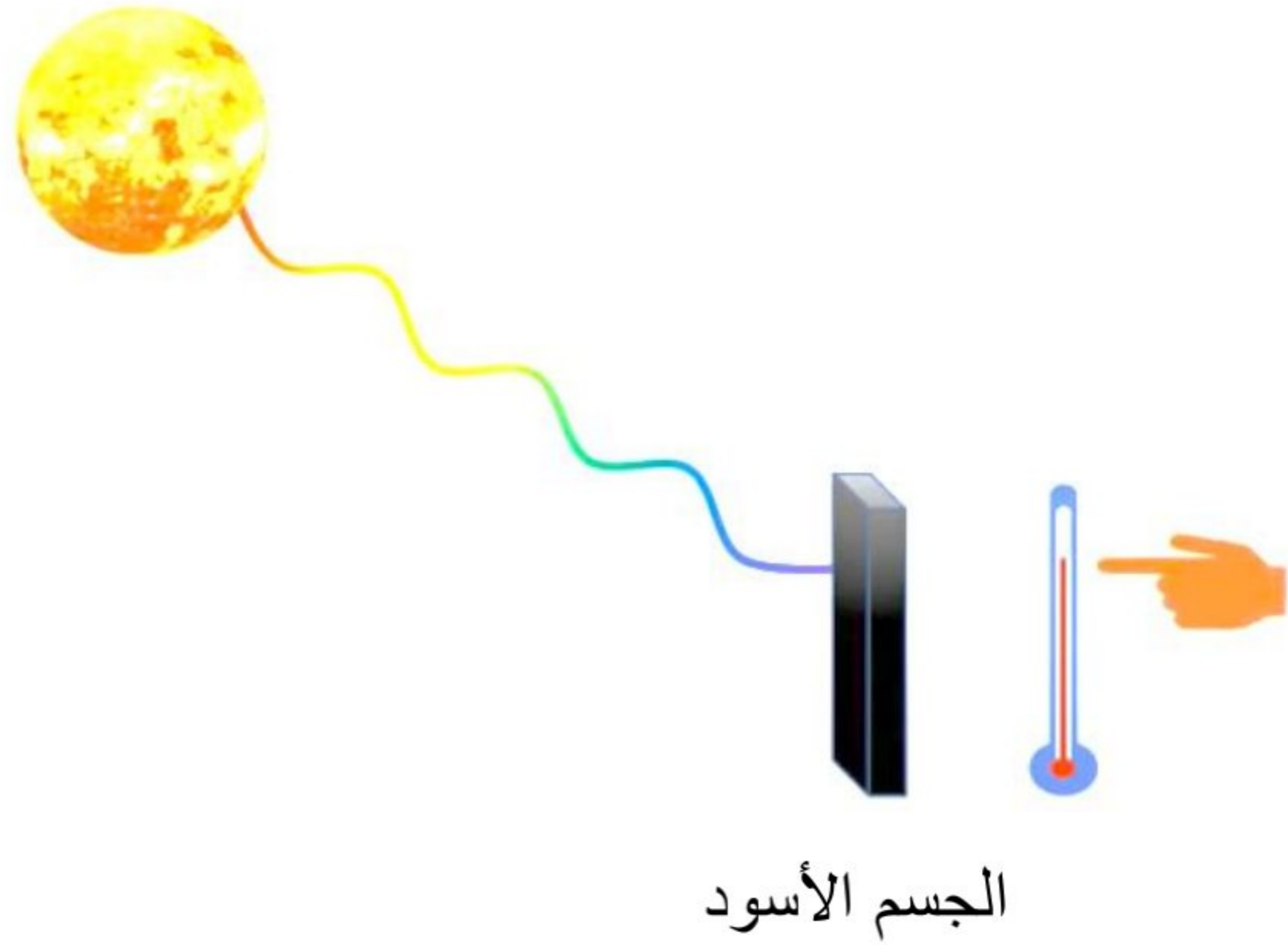
افترض العلماء أن الجسم الأسود المثالي هو الذي يمتص (أو يشع) جميع الطاقة الإشعاعية الساقطة عليه 100% ولا يعكس منها شيئاً. والجسم الأسود يعتبر مثالي حيث لا يوجد في الحقيقة جسم يمتلك هذه الخاصية.

كيف يمكن الحصول على الجسم الأسود المثالي؟

أي إشعاع ضوئي يدخل فيه يعاني عدة انكسارات عشوائية وتمتصه جدران التجويف تدريجياً حتى يتلاشى ، يمتص الأشعة الساقطة بنسبة 99.9%



إشعاع الجسم الأسود



الجسم الأسود
يمتص الأشعة الساقطة عليه

ترتفع درجة حرارته

يصدر إشعاع حراري يعرف
بإشعاع الجسم الأسود

ولا يقتصر هذا المسمى على الجسم
الأسود فقط بل لكل إشعاع يصدر من
جسم نتيجة لارتفاع درجة حرارته

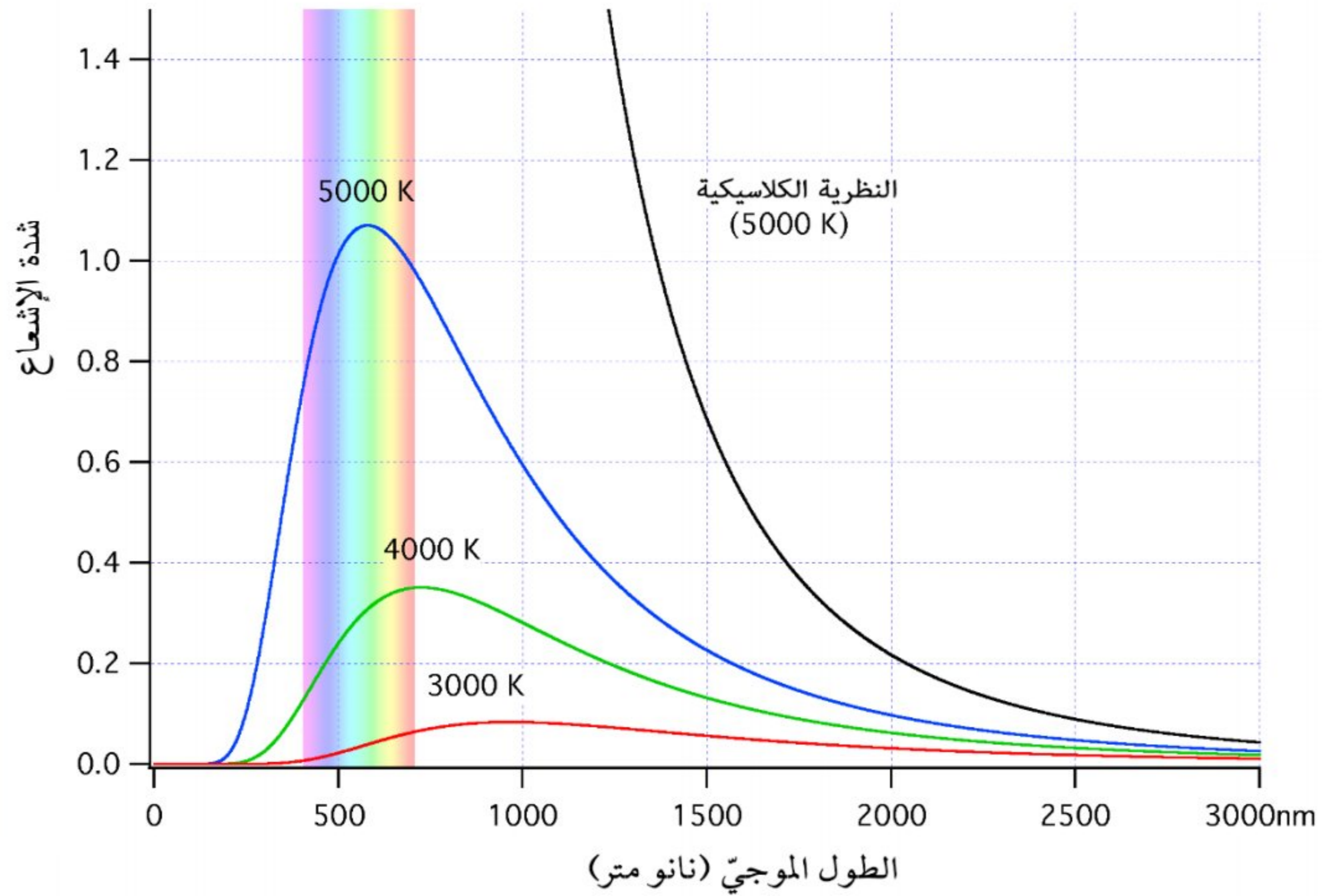


شدة الإشعاع؟
متوسط معدل الطاقة
المشعة لوحد المساحات

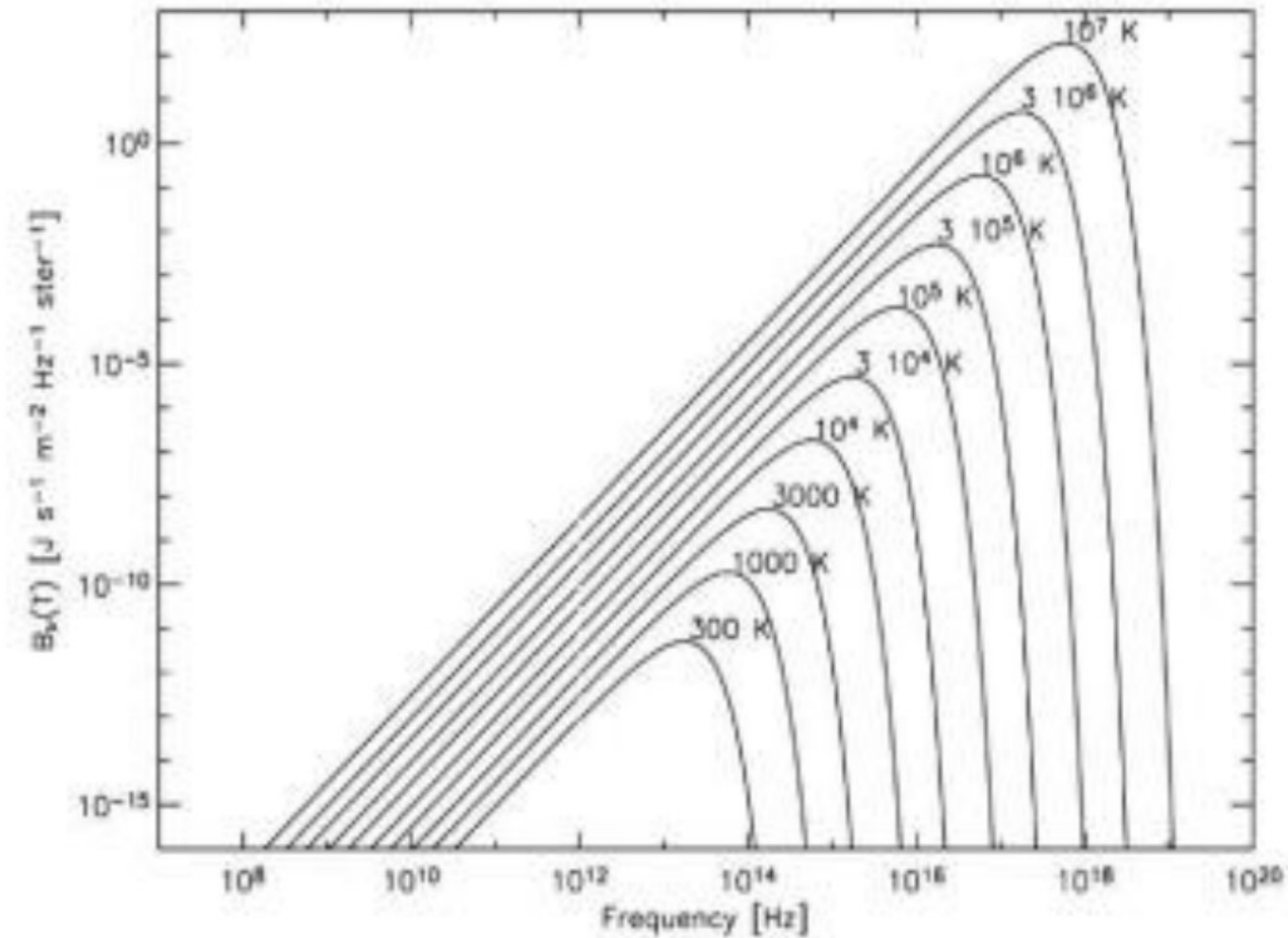
محاكاة لإشعاع الجسم الأسود

https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_en.html

من خلال النتائج العملية العلاقة الصحيحة بين شدة الإشعاع والطول الموجي للإشعاع عند درجات حرارة مختلفة



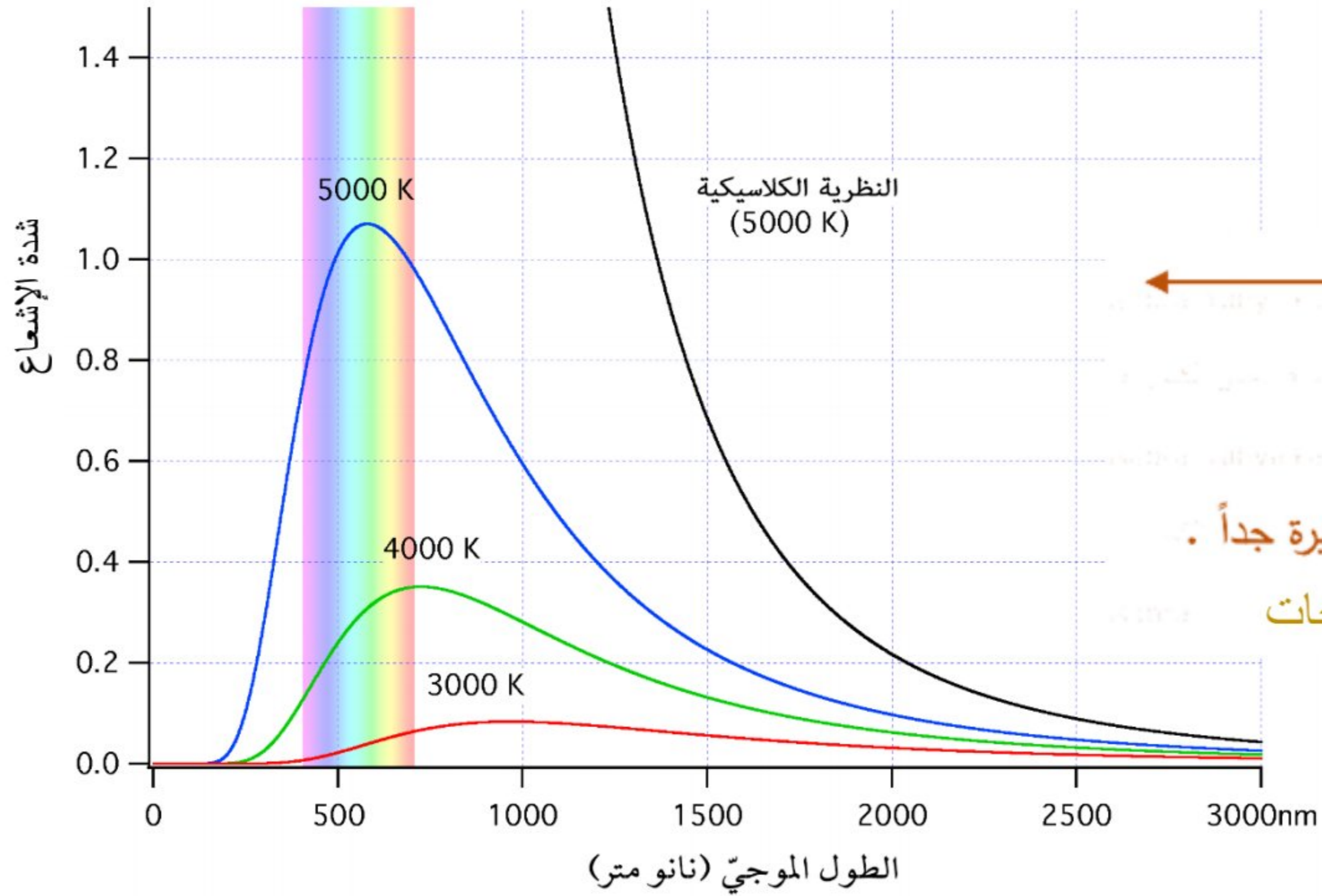
من خلال النتائج العملية العلاقة الصحيحة بين شدة الإشعاع وتردد الإشعاع عند درجات حرارة مختلفة



منحنى الإشعاع للجسم الأسود (النتائج العملية)

عند أي درجة حرارة يمكن أن يشع الجسم إشعاعاً ولأي طول موجي؟

عند درجات الحرارة العالية (أكثر من 2000K) يشع الجسم الساخن موجات كهرومغناطيسية في منطقة الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء ومنطقة الأشعة فوق البنفسجية .



- 1) تتغير شدة الإشعاع مع الطول الموجي وفق المنحنى التالي .
- 2) تبلغ شدة الإشعاع قمتها القصوى عند الطول الموجي (λ_p) .
- 3) تقل شدة الإشعاع تدريجياً كلما زاد أو قل الطول الموجي عن (λ_p) .
- 4) تنعدم شدة الإشعاع عند الأطوال الموجية الكبيرة وعند الأطوال الموجية القصيرة جداً .
- 5) المساحة تحت المنحنى تمثل الطاقة الكلية المشعة من الجسم لوحدة المساحات

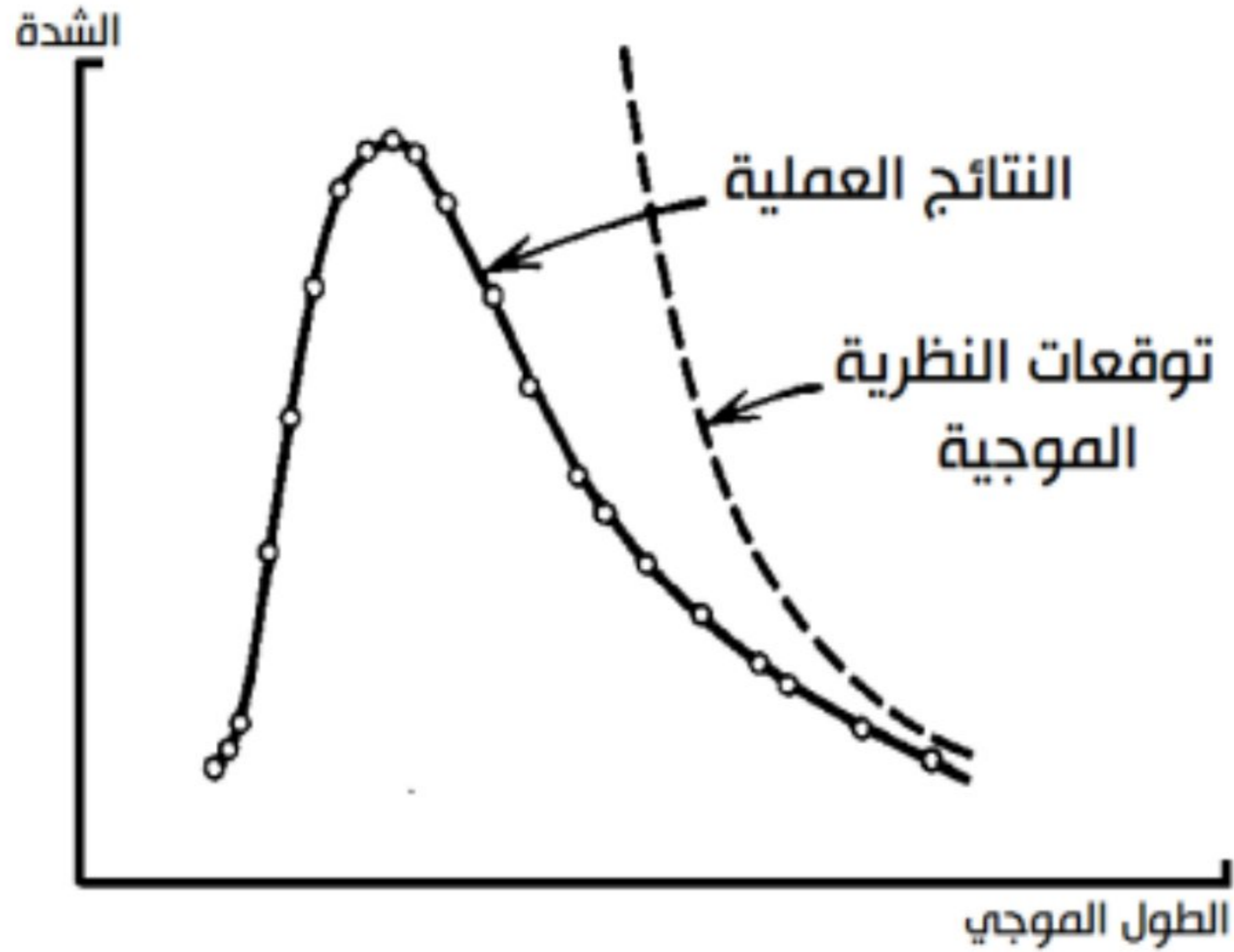
العلاقة بين درجة الحرارة وشدة الإشعاع

بزيادة درجة الحرارة المطلقة فإنه :

- 1- تزيد المساحة تحت المنحنى مما يدل على زيادة الطاقة الاجمالية لوحدة المساحات المنبعثة من الجسم الأسود .
- 2- تزاح قمة المنحنى (القيمة العظمى للإشعاع) تدريجياً نحو اليسار أي نحو الطول الموجي الأقل (تردد أكبر) .

مقارنة بين نتائج العملية وتوقعات النظرية الموجية

كيف تفسر توقعات النظرية الموجية لماكسويل هذا المنحنى؟



ازدياد درجة حرارة الجسم

ازدياد تذبذب ذرات المادة

يزداد تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث

أي أن $\lambda <$ شدة الإشعاع تقل بزيادة الطول الموجي

لتنعدم عند الأطوال الموجية الكبيرة. \checkmark تتفق مع النتائج العملية

وكلما اقترب الطول الموجي من الصفر فإن

الطاقة المنبعثة تصل إلى ما لا نهاية

\times لا تتفق مع النتائج العملية فكلما اقترب الطول الموجي من الصفر فإن الطاقة المنبعثة

تقترب أيضا من الصفر (كارثة الفوق البنفسجي)

لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير الظواهر المرتبطة بطيف الجسم الساخن ولذا ظهر ما يعرف بالفيزياء الحديثة (فيزياء الكم) في بداية القرن العشرين.

تمرين ١

١- ماذا تمثل المساحة تحت المنحنى ؟

الطاقة الاجمالية لوحدة المساحات المنبعثة من الجسم الأسود

٢- ما العلاقة بين درجة الحرارة المطلقة للجسم الساخن والطاقة الكلية المنبعثة ؟

كلما زادت درجة الحرارة للجسم زادت الطاقة الكلية المنبعثة

٣- ماذا يحدث للطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع إذا ارتفعت درجة حرارة الجسم الأسود ؟

يقل الطول الموجي (تردد عالي)

تمرين ٢

١- علل: يتغير لون الجسم الساخن من الأحمر الى الأزرق بارتفاع درجة حرارته ؟

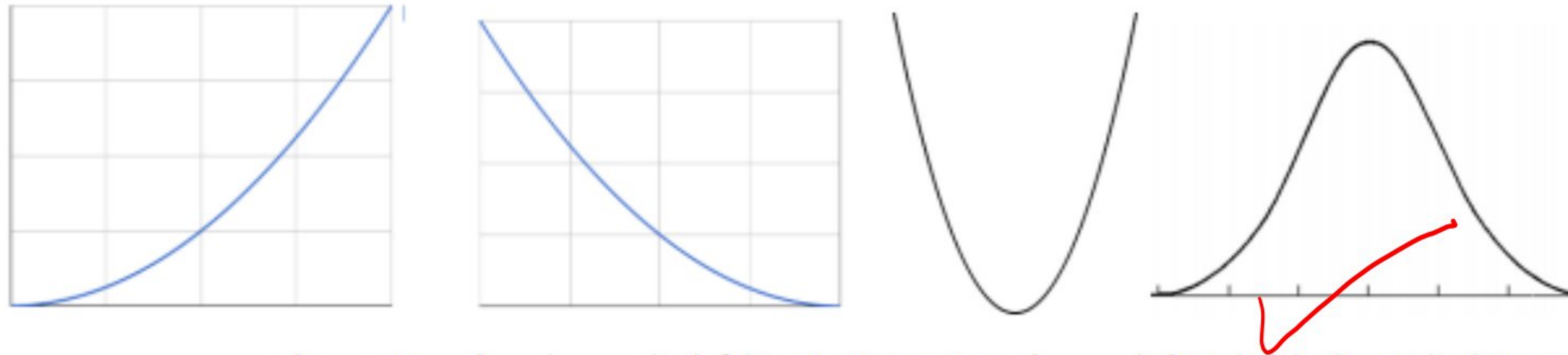
لأن قمة المنحنى (شدة الإشعاع العظمى) تنزاح نحو اليسار أي الطول الموجي الأقل.

٢- علل: يستخدم المصور الضوء الأحمر في غرفة تحميص الأفلام ؟
لأنه أقل الألوان طاقة.

٣- علل: لم تستطع النظرية الموجية للضوء تفسير انخفاض شدة إشعاع الجسم الأسود وإقترابه من الصفر بانخفاض طوله الموجي وزيادة التردد (الجزء الأيسر من منحنى الإشعاع للجسم الأسود) ؟

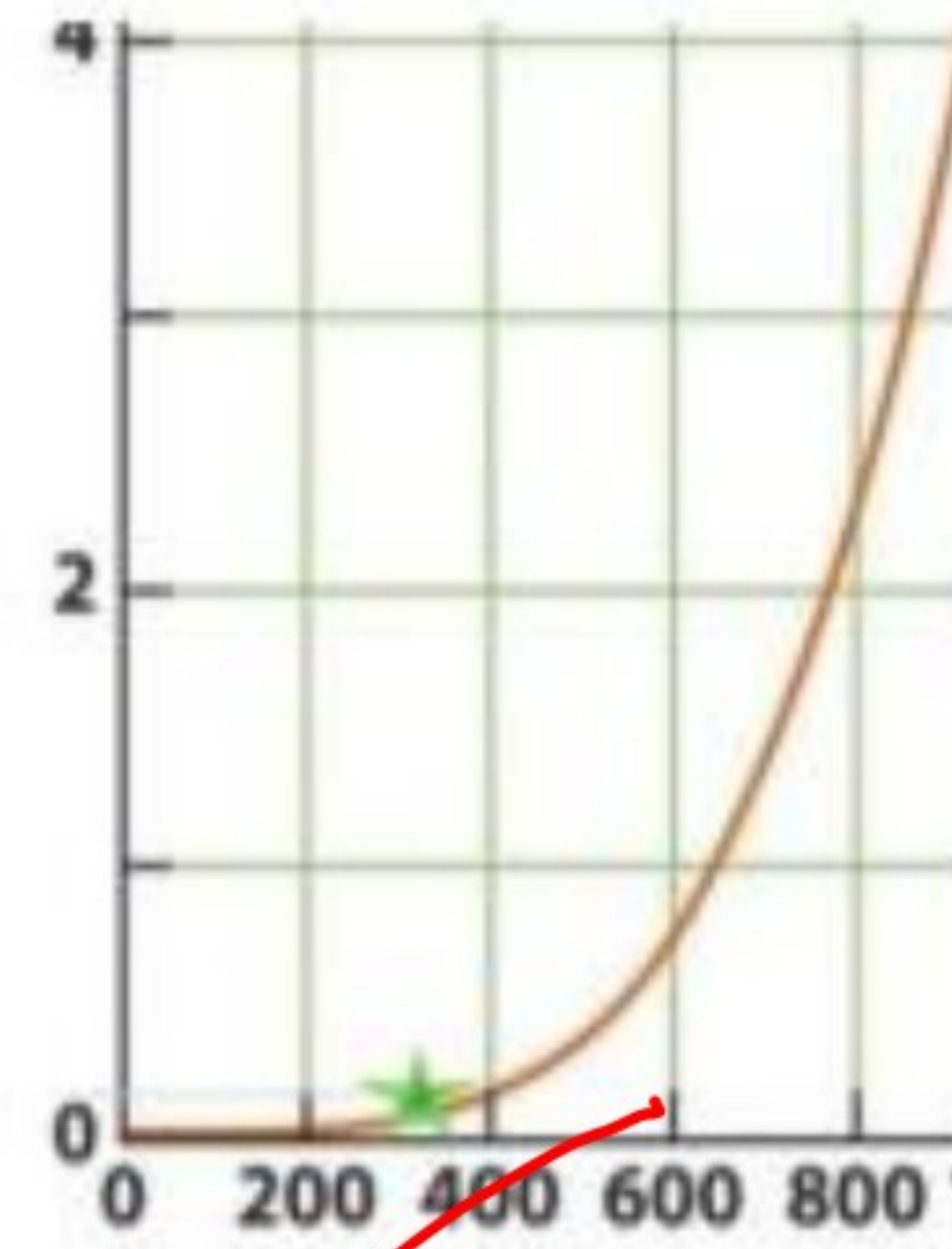
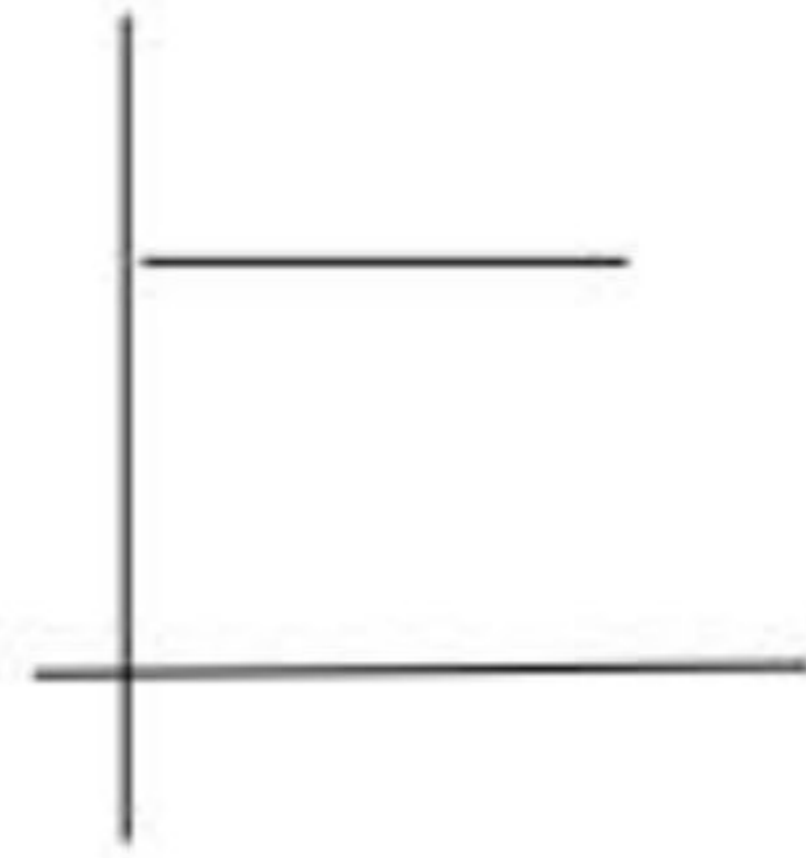
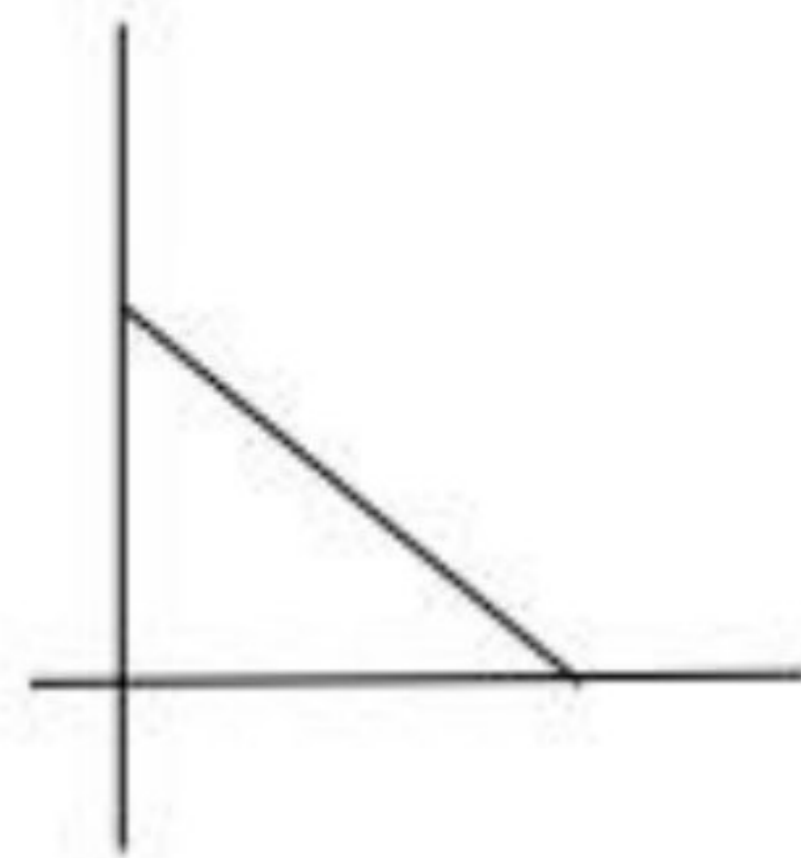
لأنها اعتبرت ان الضوء موجات كهرومغناطيسية وبزيادة تردد ذرات الجسم المشع يزداد تردد الإشعاع المنبعث وتزداد شدته .

تمرين ٣



من خلال النتائج العملية العلاقة الصحيحة بين شدة الاشعاع والطول الموجي لدرجة حرارة معينة :

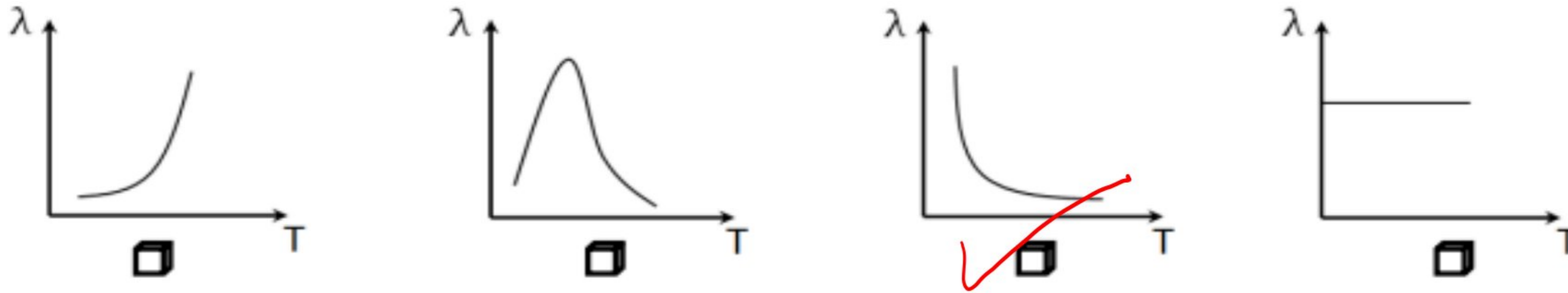
من خلال النتائج العملية العلاقة البيانية الصحيحة بين شدة الاشعاع ودرجة الحرارة :



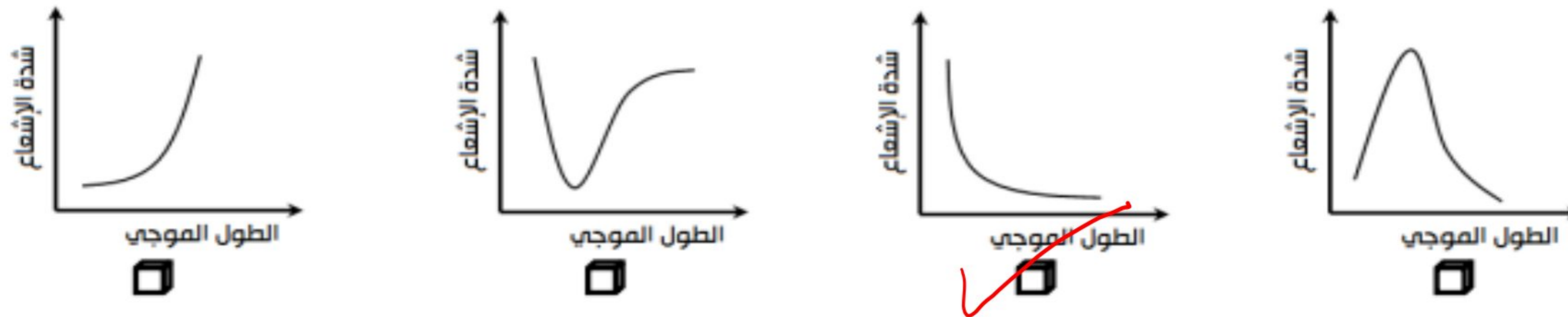
تمرين ٤

اختر الإجابة الصحيحة من بين البدائل المعطاة:

- 1- أي المنحنيات التالية يمثل العلاقة بين الطول الموجي (λ) للإشعاع الخارج من جسم أسود مثالي ودرجة حرارته المطلقة (T)

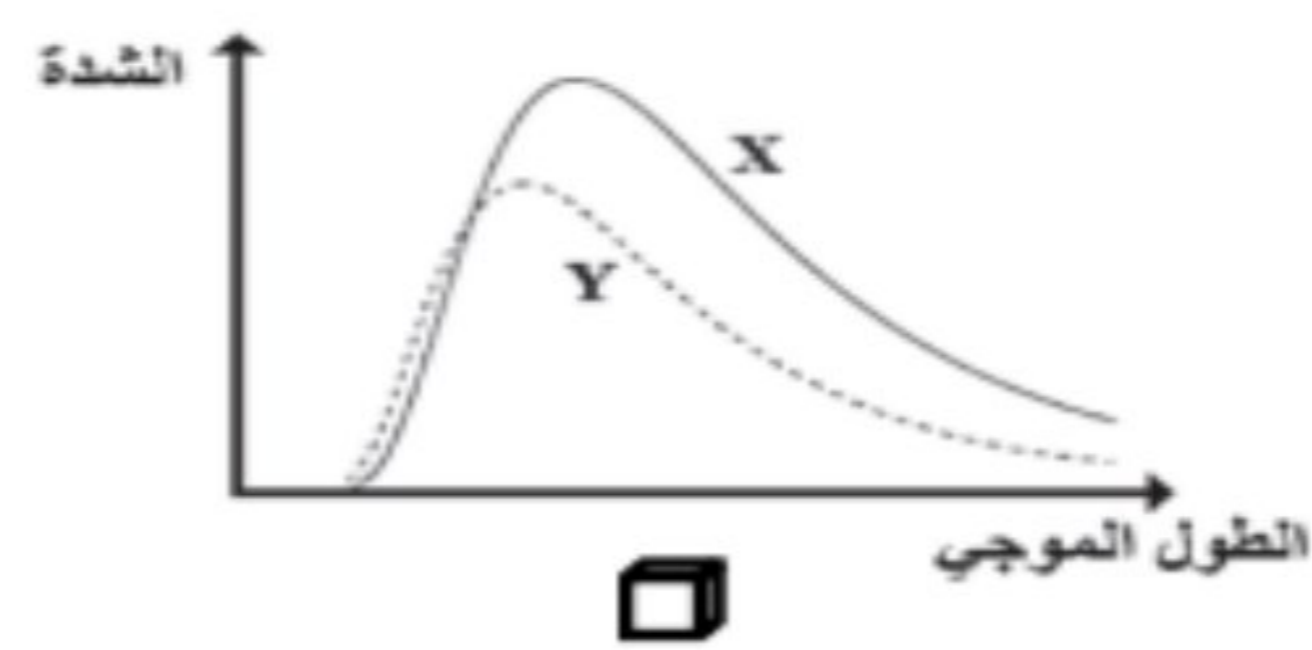
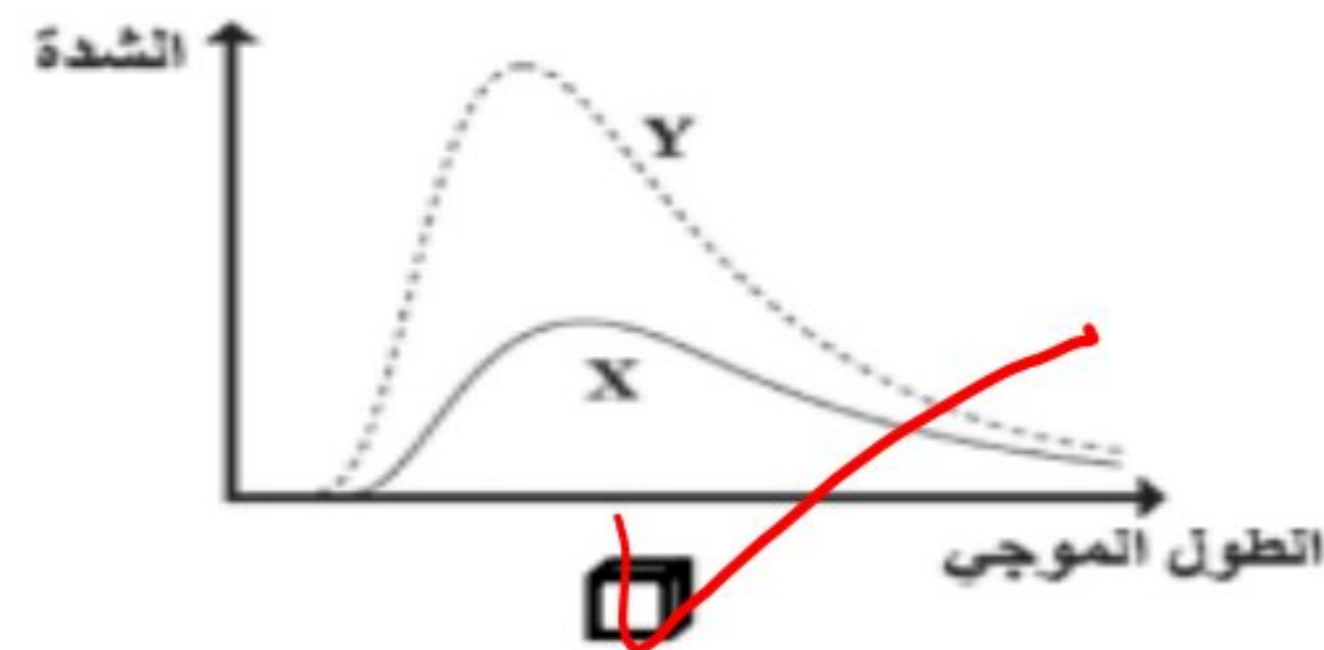
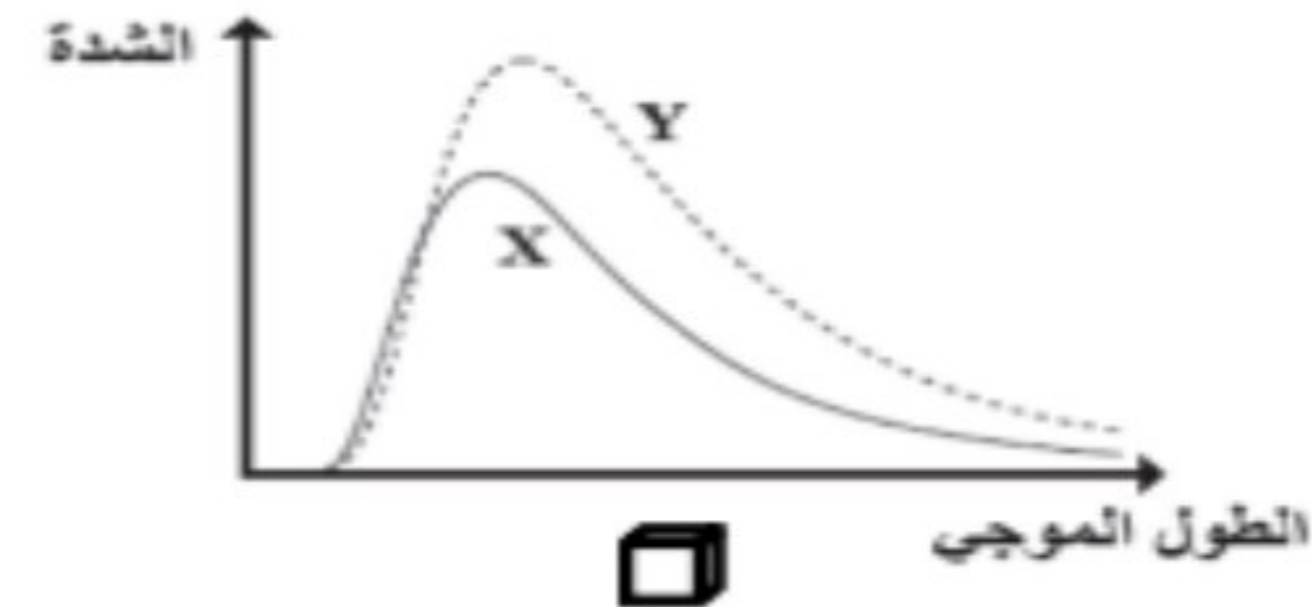
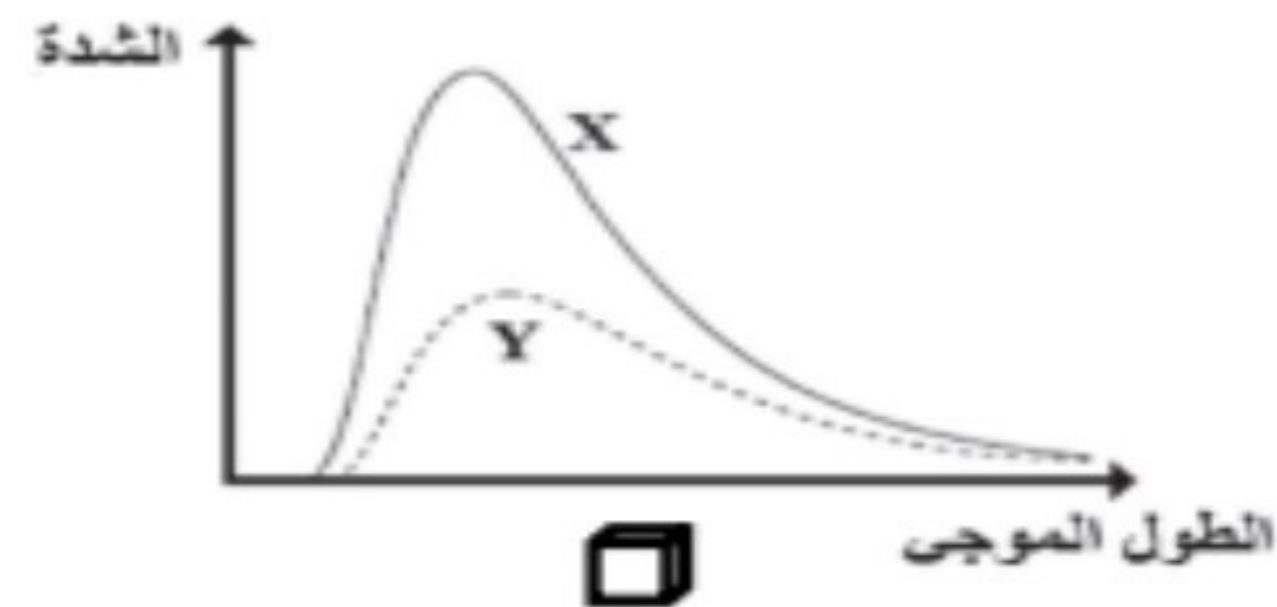


- 2- منحنى الإشعاع للجسم الأسود حسب توقعات النظرية الموجية يمثل الشكل:



تمرين 5

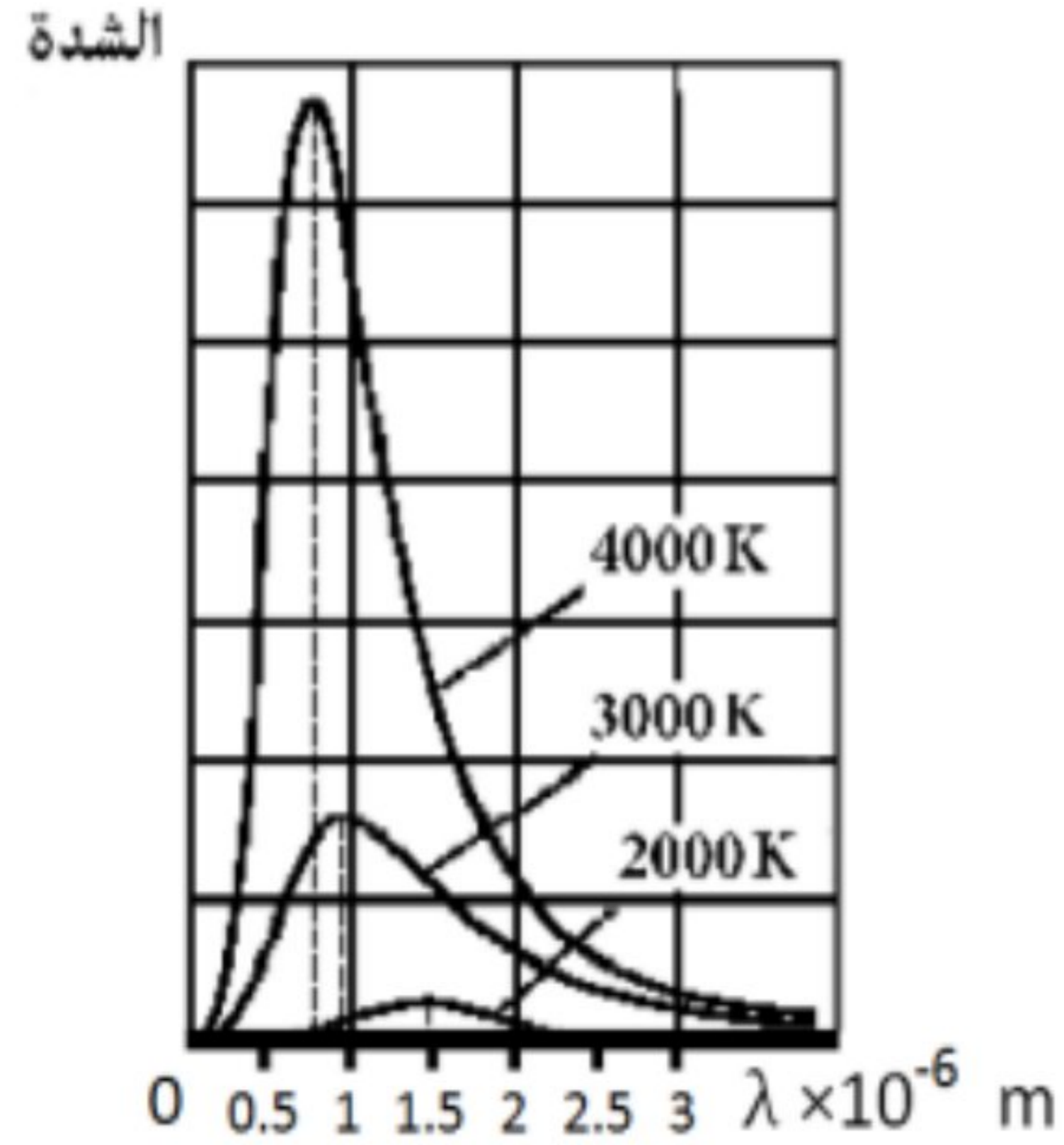
3- أي الأشكال البيانية الآتية توضح منحنيات الإشعاع الصادر من الجسمين الأسودين (X) و (Y) إذا كانت درجة حرارة الجسم (Y) أكبر من درجة حرارة الجسم (X):



4- في منحنى إشعاع الجسم الأسود إذا نقصت درجة حرارة الجسم فإن:

المساحة تحت المنحنى	قمة المنحنى	
تزداد	تنزاح إلى منطقة الترددات الأعلى	<input type="checkbox"/>
تقل	تنزاح إلى منطقة الترددات الأعلى	<input type="checkbox"/>
تزداد	تنزاح إلى منطقة الترددات الأقل	<input type="checkbox"/>
تقل	تنزاح إلى منطقة الترددات الأقل	<input checked="" type="checkbox"/>

تمرين ٦



الشكل المقابل يوضح منحنى إشعاع الجسم الأسود عند درجات حرارة مختلفة ، استعن به للإجابة على الأسئلة الآتية :

أ- ماذا تمثل المساحة تحت المنحنى؟

ب- علل / حسب نظرية ماكسويل فإن الأمواج الكهرومغناطيسية تنبعث من الأجسام الساخنة

بازدياد درجة الحرارة يزداد تذبذب الذرات وبالتالي يزداد تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث .

تمرين ٧

يوضح الشكل المقابل منحنى إشعاع الجسم الأسود عند درجات حرارة مختلفة

فسر ماذا يحدث مع ارتفاع درجات الحرارة لكل من :

❖ الطاقة الإجمالية لوحدة المساحات المنبعثة من الجسم الأسود

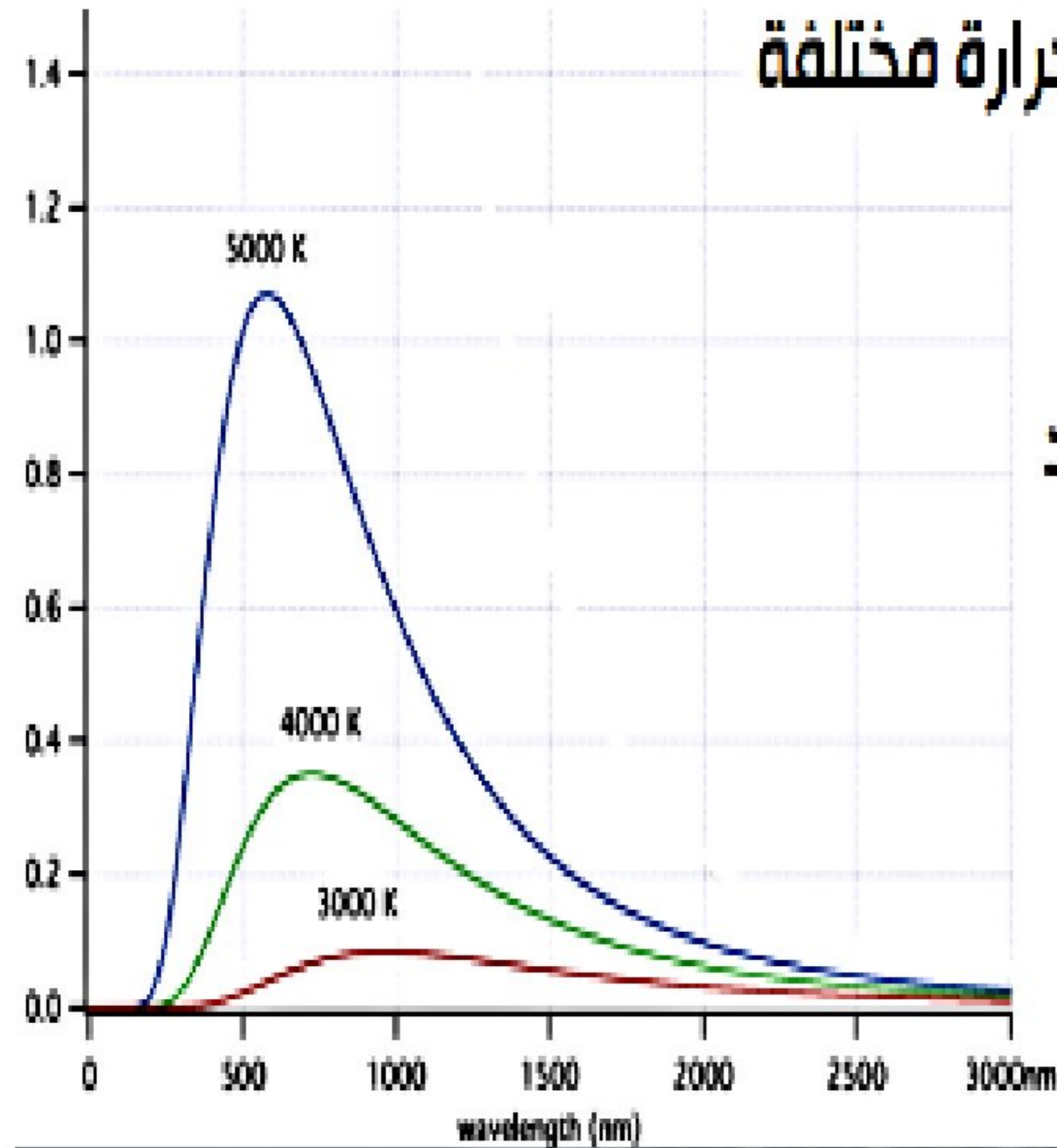
تزيد

❖ الطول الموجي والتردد للموجات الصادرة من الجسم الأسود

الطول الموجي : يقل

التردد : يزيد

السرعة : ثابتة



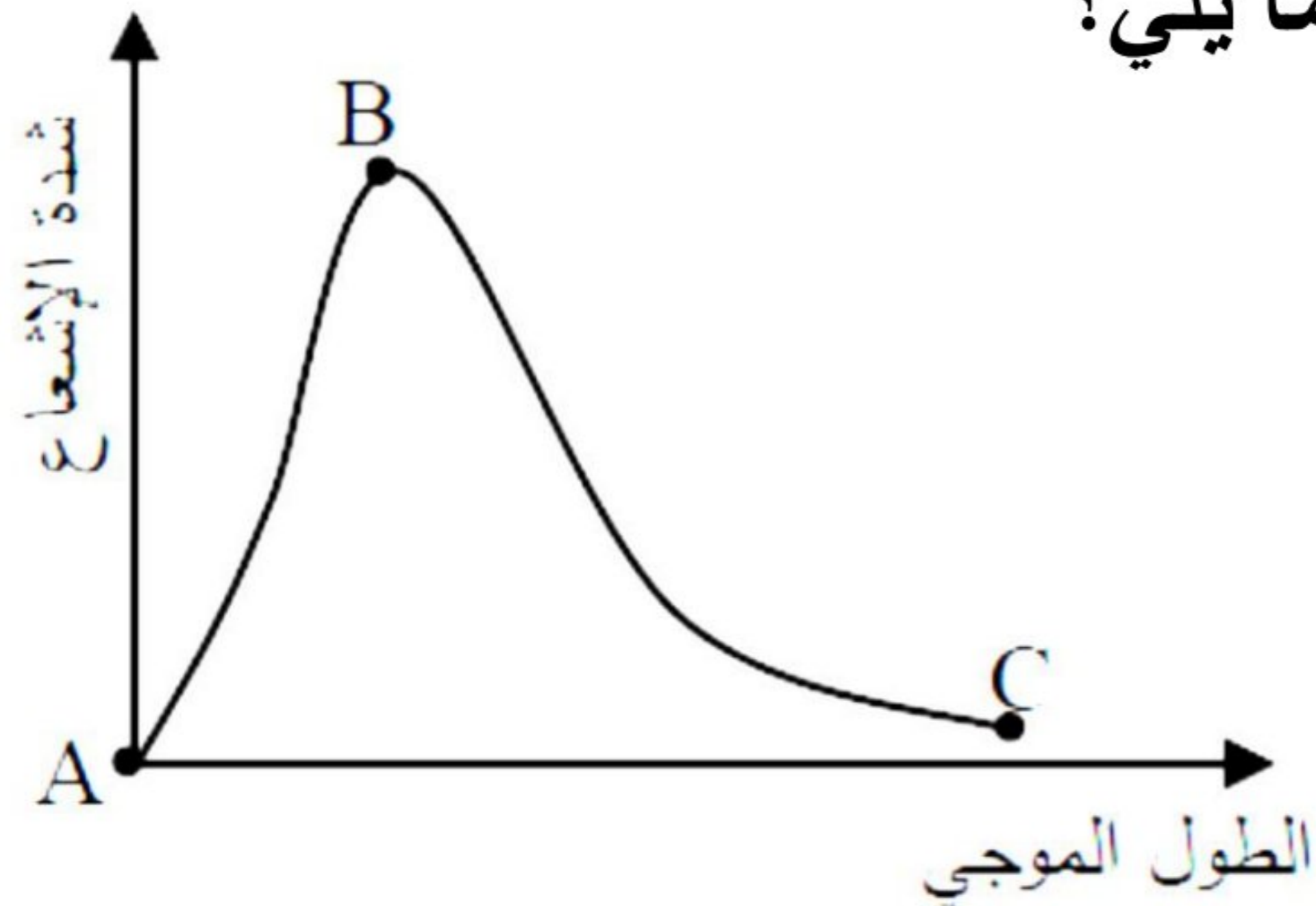
تمرين ٨

يظهر الشكل بيانات مختبرية للأشعة التي يطلقها جسم أسود عند درجة حرارة (4000K) معتمداً على الشكل أجب عما يأتي:

- أ- أي جزء من المنحنى يدل على نكبة فوق البنفسجي؟ **BA**
- ب- أي جزء من المنحنى يتطابق مع توقعات النظرية الكلاسيكية؟ **BC**
- ج- لماذا يستعمل تعبير فوق البنفسجي لوصف الاختلاف؟ لأن شدة الإشعاع تقل عند الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية
- د- ارسم على نفس الشكل الخط البياني الذي يمثل علاقة الشدة بالطول الموجي عند درجة حرارة (3000K).

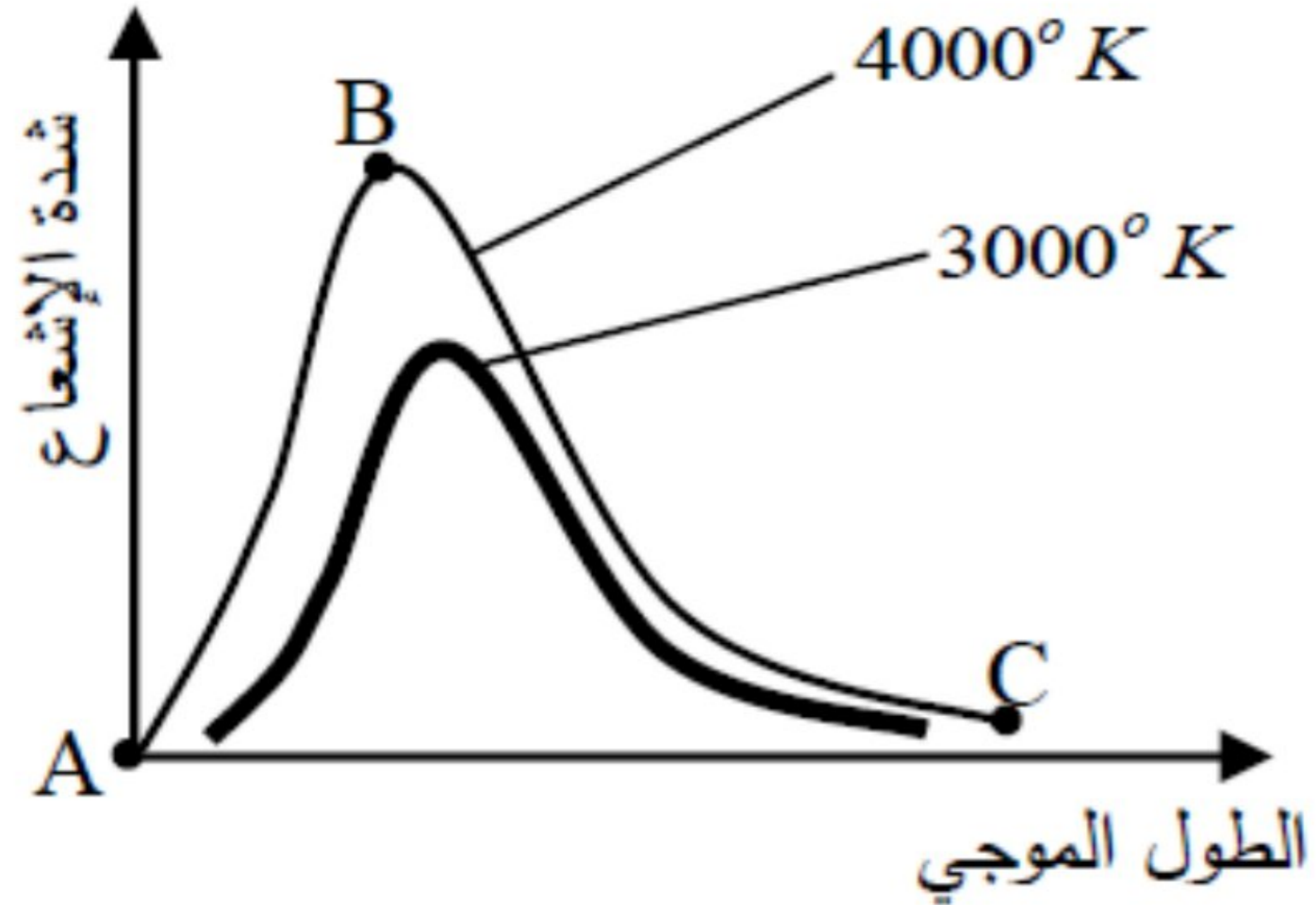
هـ- بارتفاع درجة حرارة الجسم الأسود ماذا يطرأ على كل مما يلي؟
الطاقة الكلية المنبعثة **تزيد**

تقل λp



تمرين ٩

يبين الشكل المجاور العلاقة البيانية بين شدة الإشعاع الصادر عن جسم أسود والأطوال الموجية المختلفة الصادرة عن درجتى حرارة مختلفتين معتمدا على الشكل أجب عما يلي:



١- قارن بين الطاقة الكلية المنطلقة من الجسم للمنحنين (A, B).

٢- أي المنحنين يمثل الجسم الأعلى في درجة الحرارة؟

٣- ما التوقع الخاطئ للفيزياء الكلاسيكية في تفسير منحنى العلاقة البيانية المبينة في الشكل؟

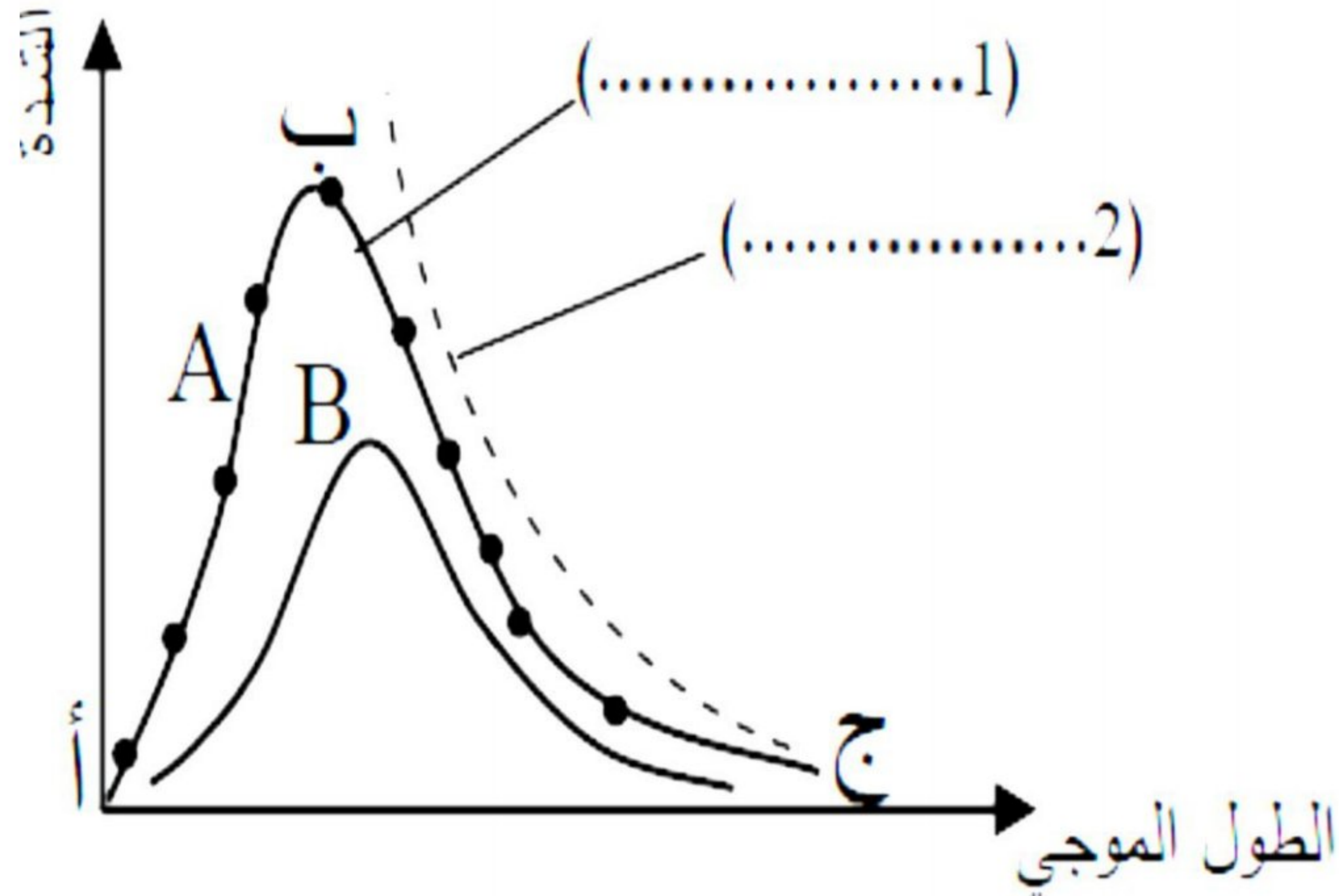
تمرين ١٠

يبين الشكل المجاور التخطيط البياني لشدة الأشعة المنبعثة من جسم أسود والطول الموجي وفقا للبيانات التجريبية والنظرية الكلاسيكية. ادرسه ثم أجب عن الآتي:

١- أكمل البيانات على الرسم موضعا عليه أي الأجزاء تمثل النتائج التجريبية وأيها تمثل النظرية الكلاسيكية؟

٢- إذا علمت أن درجة حرارة الجسم الأسود الذي يمثله المنحنى (A) تساوي (6000K) قدر درجة حرارة الجسم في المنحنى (B).

٣- أي الأجزاء في المنحنى يمثل ما يسمى بنكبة فوق البنفسجي؟



تم بحمد الله