Name: _____

Aufgabe 370911 „Wie viel Licht pro Watt?“

Einleitung

- Auf Lampen steht die Leistung in Watt. Wie viel Licht sie dabei liefern, bestimmst du mit einem Fettfleck-Photometer.
- Ein Papier mit Ölfleck steht zwischen zwei Lampen. Der Fleck verschwindet, wenn beide Seiten gleich hell beleuchtet sind.

Gegeben

- Eine Lampe verteilt ihr Licht auf eine Kugeloberfläche $4\pi \cdot r^2$. Die Beleuchtungsstärke ist daher $E = I/r^2$ (I: Lichtstärke der Lampe, r: Abstand).
- Du darfst annehmen: Die Lampen sind punktförmig, wenn der Abstand mindestens 30 cm beträgt.
- Lichtausbeute: $\eta = I/P$ (P: Leistung vom Aufdruck).

Material

- Zwei Lampen X und Y mit Wattangabe, am Netz betrieben und in einer Fassung oder Leuchte (z. B. LED und Glühlampe oder Halogen). Wähle zwei Lampen, die etwa gleich hell wirken.
- Kopierpapier mit einem Tropfen Speiseöl (10 min trocknen lassen), Maßband, abgedunkelter Raum.

Aufbau

- X steht bei 0 cm, Y bei D = 100 cm. Beide stehen auf gleicher Höhe, mit der hellsten Seite zum Papier.
- Das Papier steht senkrecht dazwischen und wird verschoben. Dunkle den Raum ab.

Messung

- Verschiebe das Papier, bis der Fleck verschwindet. Lies den Abstand r_X zur Lampe X ab. Es gilt $r_Y = 100\ \text{cm} - r_X$.
- Fahre dreimal an, abwechselnd von X und von Y her. Tabelle: Messung | r_X | r_Y.

Aufgaben

1. Foto/Skizze des Aufbaus. Berechne den Mittelwert von r_X und nenne den kleinsten und den größten gemessenen Wert.
2. Wie hell ist eine Lampe in dreifachem Abstand im Vergleich zum einfachen Abstand? Begründe mit der Kugeloberfläche.
3. Wenn der Fleck verschwindet, gilt $E_X = E_Y$. Zeige: $I_X/I_Y = (r_X/r_Y)^2$. Berechne diesen Wert (Mittelwert, kleinster und größter Wert).
4. Berechne $\eta_X/\eta_Y = (I_X/I_Y)\cdot(P_Y/P_X)$. Welche Lampe liefert mehr Licht je Watt, um wie viel Prozent?
5. Die bessere Lampe soll so viel Licht liefern wie die andere. Welche Leistung braucht sie? Wie viel Stromkosten spart man bei 1 000 h und 0,40 €/kWh?
6. Fehlerbetrachtung (mindestens vier Quellen).

Sicherheit: Nur intakte Lampen in Fassungen oder Leuchten, nichts öffnen, heiße Lampen nicht berühren, Stolperfallen im Dunkeln vermeiden.

Bewertungsraster (30 P)

Teil	Erwartung	P
Aufbau	Foto/Skizze, Vorgaben eingehalten	4
Messdaten	3 Messungen, Tabelle, Mittelwert, kleinster/größter Wert	5
Abstandsgesetz	Kugeloberfläche, 3-facher Abstand → 1/9	3
Lichtstärkeverhältnis	Herleitung (2 P), Berechnung (2 P)	4
Messunsicherheit	Spanne des Ergebnisses aus kleinstem/größtem r_X	3
Lichtausbeute	η_X/η_Y, besser/schlechter, Prozentvergleich	4
Stromkosten	P_besser, kWh, Ersparnis	3
Fehlerbetrachtung	≥ 4 begründete Quellen	4