

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Estudo Técnico Preliminar 135/2025

1. Informações Básicas

Número do processo: 23111.061266/2025-07

2. Descrição da necessidade

A aquisição de tubos de descarga de gás (hidrogênio) mostra-se necessária para restabelecer a plena operação dos equipamentos utilizados nas práticas de Espectroscopia nos Laboratórios de Física Moderna do Departamento de Física/CCN. Atualmente, os equipamentos encontram-se inoperantes devido ao esgotamento e desgaste natural das lâmpadas específicas que compõem o sistema, impossibilitando a realização de experimentos essenciais à formação acadêmica dos estudantes dos cursos de Física e de áreas afins.

A indisponibilidade desses tubos de descarga compromete diretamente atividades obrigatórias previstas nos planos de ensino, reduzindo a oferta de experiências laboratoriais fundamentais para a compreensão de fenômenos associados à estrutura da matéria, emissão atômica e demais conteúdos experimentais exigidos pelas Diretrizes Curriculares Nacionais.

Considerando que tais componentes possuem características técnicas específicas, dependentes de fornecedor especializado e não disponíveis no mercado comum, a reposição se torna imprescindível para assegurar a continuidade e a qualidade do ensino prático, evitando prejuízos ao calendário acadêmico, à aprendizagem dos discentes e ao cumprimento das atividades laboratoriais regulares.

A necessidade, portanto, fundamenta-se no interesse público, na manutenção da infraestrutura acadêmica mínima para a execução das atividades de ensino e no atendimento das obrigações institucionais da UFPI, conforme detalhado nos documentos do processo administrativo.

3. Área requisitante

Área Requisitante	Responsável
Departamento de Física / Centro de Ciências da Natureza – UFPI	Alexandre de Castro Maciel – Chefe do Departamento de Física

4. Descrição dos Requisitos da Contratação

A contratação tem por objeto tubos de descarga de gás hidrogênio para uso em experimentos de espectroscopia óptica, especialmente na determinação das linhas da série de Balmer e de constantes físicas associadas (ex.: constante de Rydberg). Para garantir perfeita compatibilidade com o **kit experimental PHYWE** já existente no DF/CCN, os requisitos a seguir devem ser obrigatoriamente atendidos:

Especificações técnicas mínimas do tubo de descarga (hidrogênio)

1. Tubo de descarga de hidrogênio do tipo **capilar luminoso**, projetado para demonstrações e experimentos de espectroscopia;
2. Comprimento total aproximado de **280 mm**, com **estreitamento central** para maximizar luminosidade e definição das linhas espectrais;
3. Eletrodos montados em **tampas metálicas** com pinos conectores compatíveis com fontes de alta tensão didáticas;
4. Construção em vidro especial resistente ao aquecimento e às tensões elétricas típicas de operação;
5. Emissão adequada para observação clara das linhas **H α , H β , H γ e H δ** da série de Balmer (visível), conforme indicado nos dados experimentais;
6. Deve possibilitar operação estável para uso contínuo ao longo das aulas práticas.

Compatibilidade obrigatória com o kit experimental existente

O tubo deverá ser totalmente compatível com o conjunto de equipamentos utilizado para o experimento **Balmer series / Determination of Rydberg's constant (Código PHYWE LEP 5.1.07 - Documento técnico em anexo)**. O experimento depende da radiação produzida pelo tubo de hidrogênio para determinação dos comprimentos de onda visíveis da série de Balmer e posterior cálculo da constante de Rydberg. Assim, qualquer tubo incompatível com o encaixe mecânico, especificações ópticas ou condições elétricas do kit tornaria o experimento inviável.

Requisitos de desempenho

O tubo deve:

1. Produzir luminosidade homogênea e estável ao ser excitado com aproximadamente **5 kV**, conforme procedimento descrito no experimento;
2. Gerar espectro nítido para medição das distâncias angulares entre linhas espectrais na observação por grade de difração;
3. Permitir leituras consistentes dos comprimentos de onda, garantindo repetibilidade dos resultados experimentais;
4. Operar em ambiente de baixa luminosidade sem perda de definição espectral.

Requisitos de segurança

1. Operação segura com fontes de alta tensão didáticas (0–10 kV), sem risco de fuga de gás ou falha estrutural;
2. Vedação completa nas tampas metálicas dos eletrodos;
3. Vidro com resistência mecânica adequada a impactos leves e gradientes térmicos típicos de laboratório didático.

Requisitos de durabilidade e manutenção

1. Vida útil compatível com uso recorrente em turmas semestrais;
2. Não requer manutenção especializada ou ajustes técnicos;
3. Garantia mínima de 12 meses contra defeitos de fabricação.

Conformidade pedagógica

O tubo deve permitir a realização integral dos seguintes objetivos experimentais, conforme descrito no manual técnico:

- Determinação do espectro visível do hidrogênio;
- Determinação experimental da constante de Rydberg;
- Estudo das transições eletrônicas do átomo de hidrogênio e análise das séries espectrais.

5. Levantamento de Mercado

No levantamento realizado, verificou-se que o item é de fabricação específica, com oferta limitada no mercado nacional, normalmente representado por distribuidores autorizados de fabricantes estrangeiros.

O processo contém proposta comercial formal da empresa **Cincolab Tecnologia Ltda.**, representante exclusiva da marca PHYWE no Brasil, o que confirma a existência de fornecimento regular e viável no país.

O mercado apresenta baixa concorrência devido à especificidade do item e às características técnicas necessárias para compatibilidade com os sistemas existentes.

6. Descrição da solução como um todo

A solução consiste na aquisição de tubos de descarga de gás hidrogênio destinados ao restabelecimento das atividades experimentais dos Laboratórios de Física Moderna do Departamento de Física/CCN. Os tubos serão utilizados em equipamentos de espectroscopia, possibilitando a observação de espectros de emissão e a realização de experimentos acadêmicos essenciais.

A contratação abrange o fornecimento do material com garantia mínima de 12 meses, contemplando entrega adequada, integridade do produto e compatibilidade total com os sistemas já instalados no laboratório.

7. Estimativa das Quantidades a serem Contratadas

Com base na demanda apresentada pelo Departamento de Física e na documentação constante no processo, a necessidade estabelecida para atendimento pleno das atividades acadêmicas é de:

Quantidade: 02 (duas) unidades

Essa quantidade atende ao uso contínuo nos equipamentos de espectroscopia, bem como à reposição de lâmpadas inoperantes.

8. Estimativa do Valor da Contratação

Valor (R\$): 9.972,00

A estimativa de preços tem como referência a proposta comercial formal da Cincolab Tecnologia Ltda., contendo valores unitários e totais:

- **Valor unitário:** R\$ 4.986,00
 - **Valor total (02 unidades):** R\$ 9.972,00
- Esses valores constam no processo e atendem ao Art. 7º da IN SEGES nº 65/2021 para estimativa de preços em contratações diretas.

9. Justificativa para o Parcelamento ou não da Solução

Não se aplica o parcelamento da contratação, pois o objeto é indivisível: trata-se de um único tipo de insumo técnico, adquirido para um mesmo laboratório, sem possibilidade de fracionamento em lotes distintos.

O fornecimento deve ocorrer de forma integral, garantindo uniformidade técnica, compatibilidade entre as unidades adquiridas e padronização operacional dos equipamentos de espectroscopia.

10. Contratações Correlatas e/ou Interdependentes

Não há contratações correlatas ou interdependentes necessárias à execução da solução.

Os tubos de descarga são compatíveis com os equipamentos já instalados e não demandam serviços adicionais, adaptações ou aquisições complementares.

Também não há contratos vigentes que tratem de itens similares no exercício atual, conforme constatado no relatório de empenhos anexado aos autos.

11. Alinhamento entre a Contratação e o Planejamento

A demanda está registrada no Plano de Contratações Anual (PCA/2025), conforme Documento de Qualificação da Demanda constante no processo, com ID **154048-141/2025**, classe/grupo 6240.

A contratação é necessária para assegurar a continuidade das atividades curriculares práticas, alinhando-se aos objetivos institucionais de manutenção da infraestrutura de ensino, bem como às metas do CCN e da UFPI relativas à qualidade da formação acadêmica e ao cumprimento das diretrizes pedagógicas.

12. Benefícios a serem alcançados com a contratação

A contratação permitirá restabelecer a operacionalidade dos equipamentos de espectroscopia utilizados nas aulas práticas dos Laboratórios de Física Moderna, viabilizando atividades essenciais para a formação dos estudantes.

Entre os benefícios esperados:

1. Retomada integral das aulas experimentais previstas nos planos de ensino.
2. Melhoria na qualidade do processo formativo, permitindo observação direta dos fenômenos físicos associados a emissão atômica.
3. Garantia de continuidade das práticas acadêmicas sem prejuízo ao calendário letivo.
4. Manutenção da infraestrutura laboratorial mínima exigida para os cursos ofertados pelo Departamento de Física.
5. Redução de riscos pedagógicos decorrentes da interrupção de atividades experimentais.

13. Providências a serem Adotadas

As providências necessárias concentram-se exclusivamente nas etapas administrativas e de planejamento previstas na Portaria nº 122/2025 – PRAD e nas orientações da CCL/PRAD. Não há necessidade de qualquer preparação técnica, adequação de infraestrutura ou ação prévia para uso do produto no laboratório.

As providências relativas ao planejamento são:

1. Conclusão dos artefatos obrigatórios pela equipe de planejamento: Estudo Técnico Preliminar, Termo de Referência e Mapa de Riscos.
2. Verificação de aderência dos artefatos às orientações da CCL/PRAD, especialmente quanto à estimativa de preços, justificativa técnica, caracterização do objeto e enquadramento normativo.
3. Encaminhamento dos artefatos para análise da autoridade competente, conforme o fluxo estabelecido no processo.
4. Registro das decisões e atualizações no sistema, assegurando rastreabilidade e conformidade documental.
5. Prosseguimento às fases subsequentes da contratação conforme o rito definido pela UFPI.

Ressalta-se que o produto a ser adquirido não exige qualquer providência técnica de preparação, infraestrutura adicional, instalação ou adaptação para uso futuro.

A utilização ocorrerá diretamente nos equipamentos já existentes, sem necessidade de intervenções prévias ou ações complementares.

14. Possíveis Impactos Ambientais

O impacto ambiental decorrente da aquisição é mínimo, uma vez que se trata de material de pequeno porte e uso específico em laboratório didático. Devem ser observados apenas os seguintes pontos:

1. Descarte adequado dos tubos inoperantes, considerando que contêm gás encapsulado e vidro;
2. Armazenamento seguro das unidades novas, evitando quebra e dispensando acondicionamento especial;
3. Ausência de geração significativa de resíduos no uso cotidiano;
4. Não há emissões ou impactos contínuos, uma vez que o equipamento opera em condições controladas e com baixa potência.

15. Declaração de Viabilidade

Esta equipe de planejamento declara **viável** esta contratação.

15.1. Justificativa da Viabilidade

A contratação é plenamente viável porque o objeto apresenta características técnicas específicas e padronizadas, sendo disponibilizado no mercado brasileiro apenas por fornecedor único oficialmente reconhecido para este modelo. Trata-se de bem científico de uso especializado, empregado em práticas de ensino e pesquisa, cuja produção segue padrões internacionais restritos e com baixa escala de fabricação. O fornecedor atende integralmente às especificações exigidas, assegura compatibilidade com os equipamentos existentes no laboratório, garante reposição regular e cumpre os requisitos de segurança e desempenho necessários ao uso educacional. Não há alternativas equivalentes disponíveis no mercado nacional que atendam os mesmos parâmetros operacionais, o que torna a contratação viável exclusivamente com o fornecedor identificado.

16. Responsáveis

Todas as assinaturas eletrônicas seguem o horário oficial de Brasília e fundamentam-se no §3º do Art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

ALEXANDRE DE CASTRO MACIEL

Membro da comissão de contratação



Assinou eletronicamente em 10/12/2025 às 17:14:16.

Despacho: Condução do planejamento da contratação, conforme Portaria 122/2025

HANS ANDERSON GARCIA MEJIA

Membro da comissão de contratação

Despacho: Condução do planejamento da contratação, conforme Portaria 122/2025.

RAYRA FRANCISCA COSTA LEAL

Membro da comissão de contratação

Related topics

Diffraction image of a diffraction grating; visible spectral range; single electron atom; Bohr's atomic model; Lyman, Paschen, Brackett and Pfund Series; energy level; Planck's constant; binding energy.

Principle and task

The spectral lines of hydrogen and mercury are examined by means of a diffraction grating. The known spectral lines of Hg are used to determine the grating constant. The wave lengths of the visible lines of the Balmer series of H are measured.

Equipment

Spectrum tube, hydrogen	06665.00	1
Spectrum tube, mercury	06664.00	1
Holders for spectral tubes, 1 pair	06674.00	1
Cover tube for spectral tubes	06675.00	1
Connecting cord, 50 KV, 1000 mm	07367.00	2
Object holder, 5×5 cm	08041.00	1
Diffraction grating, 600 lines/mm	08546.00	1
High voltage supply unit, 0-10 kV	13670.93	1
Insulating support	06020.00	2
Tripod base -PASS-	02002.55	1
Barrel base -PASS-	02006.55	1
Support rod -PASS-, square, l 400 mm	02026.55	1
Right angle clamp -PASS-	02040.55	3
Stand tube	02060.00	1
Meter scale, demo, l = 1000 mm	03001.00	1

Cursors, 1 pair	02201.00	1
Measuring tape, l = 2 m	09936.00	1

Problems

1. Determination of the diffraction grating constant by means of the Hg spectrum.
2. Determination of the visible lines of the Balmer series in the H spectrum, of Rydberg's constant and of the energy levels.

Set-up and procedure

The experimental set-up is shown in Fig. 1. Hydrogen or mercury spectral tubes connected to the high voltage power supply unit are used as a source of radiation. The power supply is adjusted to about 5 kV. The scale is attached directly behind the spectral tube in order to minimize parallax errors. The diffraction grating should be set up at about 50 cm and at the same height as the spectral tube. The grating must be aligned so as to be parallel to the scale. The luminous capillary tube is observed through the grating. The room is darkened to the point where it is still possible to read the scale. The distance $2l$ between spectral lines of the same color in the right and left first order spectra are read without moving one's head. The distance d between the scale and the grating is also measured. Three lines are clearly visible in the Hg spectrum. The grating constant g is determined by means of the wavelengths given in Table 1. Rydberg's constant, and thus the energy levels in hydrogen, are determined from the measured wavelengths by means of Balmer's formula.

Fig. 1: Experimental set-up to determine the spectral lines of the hydrogen atom.

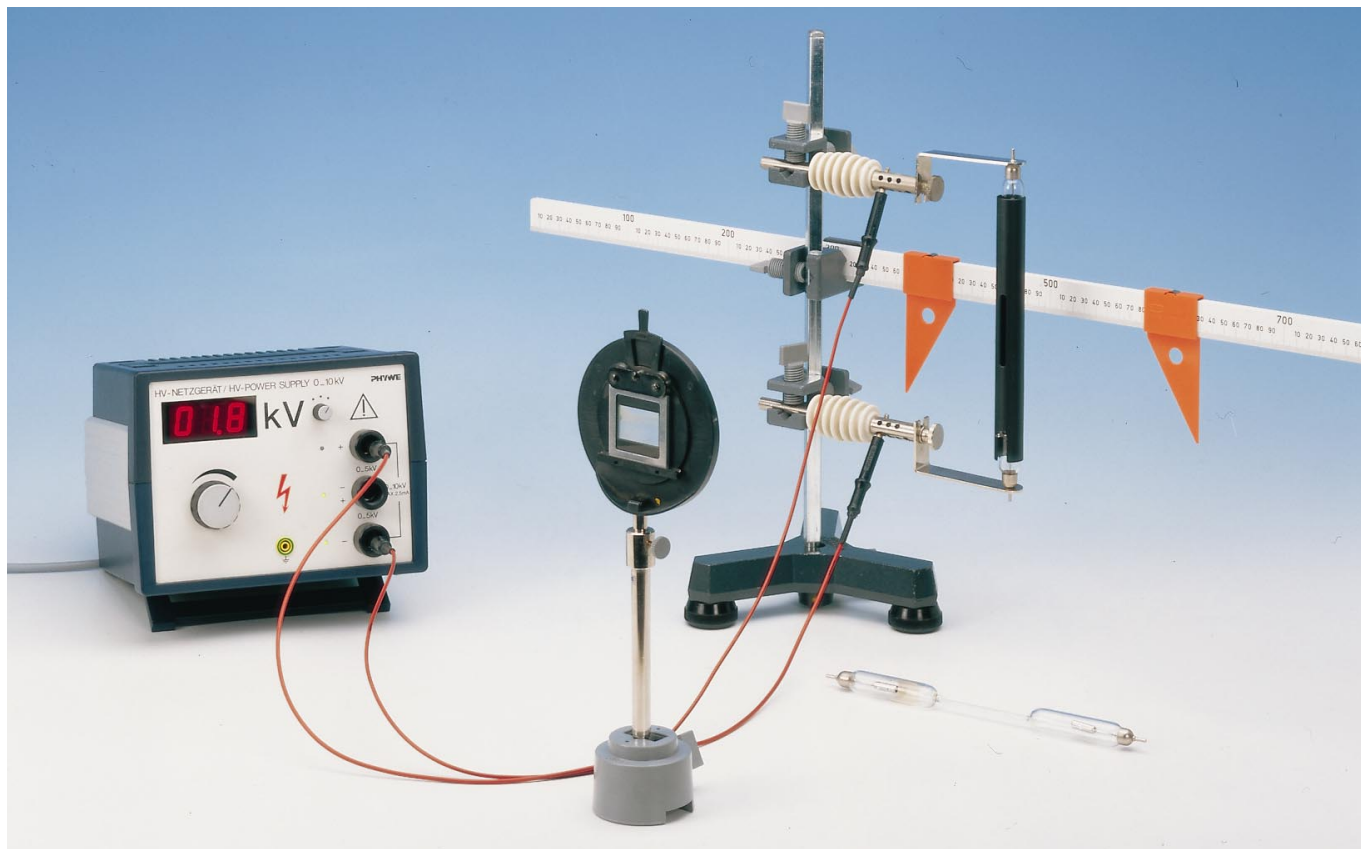
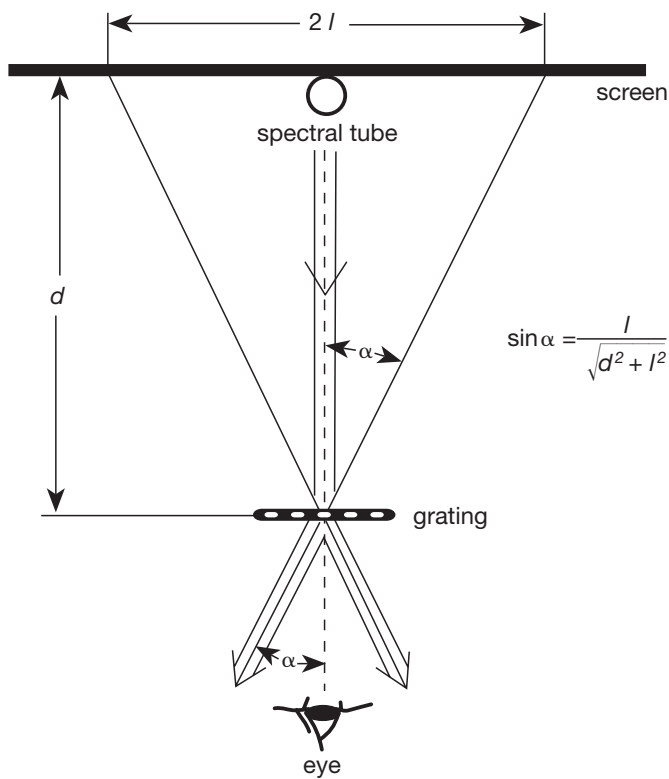


Fig. 2: Diffraction at the grating.

**Theory and evaluation****1. Diffraction grating**

If light of wavelength λ impinges on a grating with constant g , it is diffracted. Intensity peaks occur when the angle of diffraction α fulfills the following condition:

$$n \cdot \lambda = g \cdot \sin \alpha ; \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Light is collected by the eye on the retina, therefore the light source is seen in the color of the observed spectral line on the scale in the prolongation of the light beams.

For the diffraction of the n^{th} order, the following relation is deduced from the geometrical structure (Fig. 2):

$$n \cdot \lambda = g \cdot \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}} \quad (2)$$

In the examples given in Table 1, the average obtained for the three measurements of the grating constant is $g = 1.672 \mu\text{m}$.

Tab. 1: Determination of the grating constant from the wavelengths of the Hg spectrum

Color	λ / nm	$2l / \text{mm}$	$g / \mu\text{m}$
yellow	578.0	330	1.680
green	546.1	311	1.672
blue	434.8	244	1.661

2. Hydrogen spectrum

Due to collision ionization, H_2 is converted to atomic hydrogen in the spectral tube. Electrons from the H atoms are excited to higher energy levels through collisions with electrons. When they return to lower energy levels, the atoms emit light of frequency f given by the energy difference of the concerned states:

$$\Delta E = h \cdot f \quad (3)$$

where h is Planck's constant.

Applying Bohr's atomic model, the energy E_n of a permitted electron orbit is given by:

$$E_n = -\frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (4)$$

where $\epsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-34} \text{ As/Vm}$ is the electric field constant, $e = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ is the electronic charge and $m_e = 9.1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ is the mass of the electron at rest. The emitted light can therefore have the following frequencies:

$$f_{nm} = \frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad n, m = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

If the wave number $N = \lambda^{-1}$ is used instead of the frequency f , substituting $c = \lambda \cdot f$ one obtains:

$$N = R_{y_{th}} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (6)$$

$$\text{where } R_{y_{th}} = \frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^3 c} = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

Here $R_{y_{th}}$ is Rydberg's constant, which follows from Bohr's atomic model.

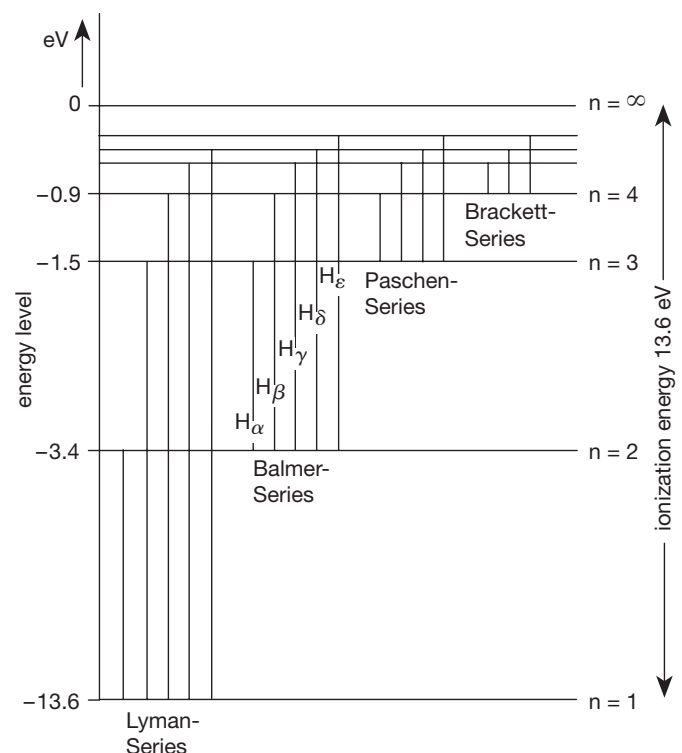


Fig. 3: Energy level diagram of the H atom.

- $n = 1$: Lyman series
Spectral range: ultraviolet
 $n = 2$: Balmer series
Spectral range: ultraviolet till red
 $n = 3$: Paschen series
Spectral range: infrared
 $n = 4$: Bracket series
Spectral range: infrared
 $n = 5$: Pfund series
Spectral range: infrared

Fig. 3 shows the energy level diagram and the spectral series of the H atom. For $m \rightarrow \infty$, one obtains the limits of the series; the associated energy is thus the ionization energy (or the binding energy) for an electron in the n^{th} permitted orbit. The binding energy can be calculated by means of the equation:

$$E_n = -Ry_{th} \cdot h \cdot c \frac{1}{n^2}$$

where $c = 2.99795 \cdot 10^8$ m/s and $h = 6.6256 \cdot 10^{-34}$ J s = $4.13567 \cdot 10^{-15}$ eV s. The ground state is found to be 13.6 eV.

Notices

- Next to the atomic hydrogen spectrum, the molecular H_2 band spectrum may be observed if the room is sufficiently darkened. The numerous lines, which are very close to each other, are due to the oscillations of the molecule.
- The H_δ line is situated on the border of the visible spectral range and is too weak to be observed by simple methods.
- The treatment of more complex atoms requires quantum mechanics. In this case, the energies of the states are determined by the eigenvalues of the hamiltonian of the atom. For atoms similar to hydrogen, calculations yield the same results as Bohr's atomic model.

Tab. 2: Examples of measurements for the H spectrum (Balmer series) Distance $d = 500$ mm

Line	$2l$	λ_{exp}	λ_{lit}	Ry_{exp}
H_α	384 mm	656 nm	656.28 nm	$1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
H_β	275 mm	489 nm	486.13 nm	$1.093 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
H_γ	243 mm	436 nm	434.05 nm	$1.092 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
H_δ	–	–	410.17 nm	–

average: $Ry_{\text{exp}} = 1.094 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$